

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Разработка мероприятий по предупреждению возникновения чрезвычайной ситуации на автомобильной газозаправочной станции	

УДК 614.8:625.748.54

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е61	Еремин Дмитрий Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Ю.А.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В.	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Спицина Л.Ю.	к.э.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		

Томск – 2020 г.

**Результаты освоения образовательной программы по направлению
20.03.01 Техносферная безопасность**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО,СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки		
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, 2,ОПК-2). CDIO Syllabus(2.4, 4.1, 4.2.7, 4.7). Критерий 5 АИОР (п. 2.12)
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-1). CDIO Syllabus(3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.5)
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6, 7,ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-8). CDIO Syllabus(2.4, 2.5, 3.1, 3.3, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 2.9, 2.12, 2.14)
P4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4,ОПК-4). CDIO Syllabus(3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.11)
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-1, ПК-5). CDIO Syllabus(1.1, 2.1).Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8)
Профиль		
P6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения	Требования ФГОС ВО (ОПК-5, ПК-5, ПК-6, ПК-7). CDIO

	техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателей, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Syllabus(1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2, 2.4, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8), требованиями проф.стандарта40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
P7	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателя, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ОПК-3, 4, 5).CDIO Syllabus(1.3, 2.1–2.5, 3.1) Критерий 5 АИОР (п. 2.6, 2.12), требованиями проф.стандарта40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
P8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-16, ПК-17).CDIO Syllabus(1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8), требованиями проф.стандартов40.056 «Специалист по противопожарной профилактике», 40.054 «Специалист в области охраны труда»
P9	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-14, ПК-15, ПК-17, ПК-18).CDIO Syllabus(1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
20.03.01 Техносферная безопасность
_____ А.Н. Вторушина
04.02.2020 г.

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1Е61	Еремину Дмитрию Сергеевичу

Тема работы:

Разработка мероприятий по предупреждению возникновения чрезвычайной ситуации на автомобильной газозаправочной станции	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020, № 59-52/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

08.06.2020 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<p>Объект исследования: АГЗС «GASPRO», расположенная по адресу г. Северск, ул. Автодорога 1/6.</p> <p>Область применения: прием хранение, продажа сжиженного углеводородного газа, заправка автомобилей</p> <p>Оборудование: 2 резервуара объемом по 10 м³ каждый, заправочные колонки, автоцистерна объемом 36 м³</p>
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Анализ опасных факторов при эксплуатации АГЗС; 2) Расчет параметров поражающих факторов возможных сценариев развития ЧС; 3) Разработка мероприятий по предупреждению возникновения чрезвычайной ситуации на

<i>рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>		автомобильной газозаправочной станции.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>		
Раздел	Консультант	
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение	Спицына Любовь Юрьевна	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	04.02.2020 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Ю.А.	к.т.н.		04.02.2020 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е61	Еремин Дмитрий Сергеевич		04.02.2020 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Уровень образования бакалавриат
Отделение контроля и диагностики
Период выполнения весенний семестр 2019/2020 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2019 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.03.2020	Введение	20
28.03.2020	Анализ обеспечения безопасности функционирования АГЗС	10
09.04.2020	Анализ опасных факторов при эксплуатации АГЗС	15
23.04.2020	Прогнозирование параметров поражающих факторов основных сценариев развития ЧС	15
29.04.2020	Разработка технических мероприятий по снижению рисков и предупреждению чрезвычайной ситуации	10
21.05.2020	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
08.06.2019 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Ю.А.	к.т.н.		04.02.2020

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		04.02.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Е61	Еремину Дмитрию Сергеевичу

Школа		Отделение (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Техносферная безопасность

Тема ВКР:

Разработка мероприятий по предупреждению возникновения чрезвычайной ситуации на автомобильной газозаправочной станции	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является АГЗС «GASPRO», расположенная по адресу г.Северск, ул.Автодорога 1/6
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность:	Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов – недостаточная освещенность рабочей зоны – неудовлетворительный микроклимат – утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу

	<ul style="list-style-type: none"> – повышенный уровень шума – повышенная загазованность воздуха рабочей зоны – поражение электрическим током – движущиеся машины и механизмы
3. Экологическая безопасность:	Анализ объекта воздействия на литосферу, гидросферу, атмосферу
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Анализ возможных ЧС при эксплуатации АГЗС; Выбор наиболее типичных аварий; Разработка превентивных мероприятий по предупреждению ЧС; Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е61	Еремин Дмитрий Сергеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1Е61	Еремину Дмитрию Сергеевичу

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет проекта - не более 80 тыс. руб.;
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премимальный коэффициент научного руководителя 30%; премиальный коэффициент бакалавра 0%; дополнительной заработной платы 12%; накладные расходы 16%; районный коэффициент 30%. Значение показателя интегральной ресурсоэффективности - не менее 3,8 баллов
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка потенциальных потребителей исследования Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости работы, расчет бюджета НИ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки Формирование бюджета затрат на научное исследование
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение эффективности исследования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Сегментирование рынка
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. Матрица SWOT
4. Морфологическая матрица
5. Календарный план-график проведения ВКР по теме
6. График проведения и бюджет НИ
7. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицына Любовь Юрьевна	К.Э.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е61	Еремин Дмитрий Сергеевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 109 с., 8 рис., 35 табл., 30 источников, 1 прил.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация; автомобильная газозаправочная станция; риск; взрыв, безопасность.

Объектом исследования является автомобильная газозаправочная станция «GASPRO» в г. Северске.

Цель работы – Оценка риска возникновения чрезвычайной ситуации на АГЗС.

В процессе исследования проводились анализ обеспечения безопасности функционирования АГЗС; анализ опасных факторов при эксплуатации АГЗС; определение наиболее неблагоприятного сценария развития ЧС.

В результате исследования произведен анализ опасных факторов на АГЗС. Проведена оценка вероятности возникновения аварийных ситуаций на АГЗС. Исходя из этой оценки был выявлен самый наихудший сценарий – это полное разрушение автоцистерны с СУГ. Было построено дерево событий в результате полного разрушения автоцистерны. Были рассчитаны критерии пожаровзрывоопасности при сгорании сжиженного углеводородного газа, также произведен расчет числа пострадавших при полном разрушении автоцистерны. Предложены мероприятия по предупреждению возникновения чрезвычайной ситуации на объекте.

Область применения: автомобильные газозаправочные станции.

Экономическая эффективность/значимость работы: сокращение материального ущерба и человеческих потерь при возникновении ЧС.

Список сокращений

ЧС – чрезвычайная ситуация

АГЗС – автомобильная газозаправочная станция

СУГ – сжиженный углеводородный газ

ГОСТ – государственный стандарт

СНиП – свод правил

ФЗ – федеральный закон

РФ – Российская Федерация

ПБ – правила безопасности

НПБ – нормы пожарной безопасности

Оглавление

Введение	15
1. Анализ обеспечения безопасности функционирования АГЗС	17
1.1. Назначение и типы АГЗС	17
1.2. Транспортировка и хранение СУГ	18
1.3. Правила транспортировки.....	23
1.4. Оформление сопроводительной документации на перевозку сжиженного газа.....	24
1.5. Особенности движения автоцистерн	26
1.6. Хранение сжиженных углеводородных газов.....	27
1.7. Основные характеристики СУГ	29
1.8. Причины возникновения аварий на АГЗС	30
2. Анализ опасных факторов при эксплуатации АГЗС	32
2.1. Техника безопасности на АГЗС.....	32
2.2. Мероприятия по пожарной безопасности	35
2.3. службы контролирующие деятельность АГЗС	37
2.3.1. Общие требования к АГЗС.....	37
3. Прогнозирование параметров поражающих факторов основных сценариев развития ЧС	46
3.1. Общие сведения об объекте исследования.....	46
3.2. Оценка вероятности реализации аварийных ситуаций	48
3.3. Оценка пожаровзрывоопасности АГЗС.....	51
3.3.1. Расчет интенсивности теплового излучения и времени существования «Огненного шара»	52
3.3.2. Расчет параметров волны давления при сгорании горючего вещества	54
3.3.3. Расчет размеров возможного пожара и его потенциальной энергии.....	55
3.3.4. Определение числа пострадавших при мгновенном разрушении автоцистерны с СУГ	56
3.3.5. Оценка экологических и экономических последствий чрезвычайной ситуации на АГЗС	61
3.4. Разработка технических мероприятий по снижению рисков и предупреждению чрезвычайной ситуации	65
3.4.1. Превентивные мероприятия, проводимые на автомобильной газозаправочной станции «GASPRO»	65
3.4.2. Предложения по внедрению мероприятий, направленных на уменьшение риска на АГЗС	66
4. Социальная ответственность.....	69
4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	70

4.2. Производственная безопасность	71
4.2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов	72
4.3. Экологическая безопасность	78
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	79
4.5. Пожаровзрывобезопасность на АГЗС.....	80
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность ресурсосбережение	82
5.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	83
5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования	83
5.1.2. Анализ конкурентных технических решений.....	83
5.1.3. Технология QuaD	85
5.1.4. SWOT-анализ.....	86
5.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....	90
5.3. Планирование научно-исследовательских работ	91
5.3.1. Определение трудоемкости выполнения работ.....	92
5.3.2. Разработка графика проведения научного исследования.....	93
5.3.3. Бюджет научного исследования.....	96
5.3.4. Расчет материальных затрат НТИ.....	96
5.3.5. Расчет затрат на специальное оборудование для НТИ.....	96
5.3.6. Основная заработная плата исполнителей темы	96
5.3.7. Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала	99
5.3.8. Отчисления во внебюджетные фонды.....	100
5.3.10. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	101
5.4. Определение ресурсной(ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	102
Заключение.....	105
Список литературы.....	106
ПРИЛОЖЕНИЕ А	108

ВВЕДЕНИЕ

Раньше никто не говорил об автомобильных газозаправочных станциях, потому они не были так популярны. Сегодня направленность такова, что ежегодно возводят новые АГЗС. Предпосылкой для глобального перехода на альтернативные виды горючего послужило то, что газ - это экологически более чистое и недорогое топливо.

Общественные АГЗС часто располагаются в местах, где имеется максимальное количество транспортных средств – на парковках, на перекрестках дорог, на автострадах и на основных улицах городов. В технологическом процессе автомобильной газозаправочной станции используется взрывоопасное вещество, в следствии неправильной эксплуатации может произойти техногенная авария.

Поломка на автомобильных газозаправочных станциях могут перерасти в непредвиденные ситуации. При разных ситуациях авария может перейти в стадию чрезвычайной ситуации с негативным воздействием на технический персонал, автомобили, находящиеся на газозаправочной станции и жителей, проживающих поблизости.

Исходя из данных МЧС, за 10 лет на АГЗС произошло примерно сто аварийных ситуаций. К высокой степени риска относятся АГЗС, эксплуатация которых находится в распоряжении малых организаций.

Техническое оборудование для хранения и использования СУГ характеризуется повышенной пожарной опасностью. Когда резервуар нагревается до превышающих максимальное значение температур металла, может произойти взрыв. Взрыв резервуара, содержащий сжиженный углеводородный газ, сопровождается появлением огненного шара.

Примером аварии автомобильной газозаправочной станции может стать пожар, который привел к взрыву цистерны с образованием огненного шара. Из-за массивного возгорания огонь распространился на жилые дома. Этот случай надолго запомнился жителям Южной Кореи.

Цель работы: Оценка риска возникновения чрезвычайной ситуации на АГЗС.

Задачи:

- 1) Анализ опасных факторов при эксплуатации АГЗС;
- 2) Расчёт параметров поражающих факторов возможных сценариев развития ЧС.
- 3) Разработка мероприятий по предупреждению возникновения чрезвычайной ситуации на автомобильной газозаправочной станции.

1. АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АГЗС

Увеличивается объем автомобилей с газовым оборудованием, что способствует к увеличению численности газозаправочных станций. Заправочные станции в процессе производства используют взрывоопасный сжиженный углеводородный газ (СУГ), вследствие чего повышается риск появления аварийных ситуаций. При некоторых условиях и обстоятельствах авария может перевоплотиться в чрезвычайную ситуацию.

1.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ТИПЫ АГЗС

АГЗС основываются на приеме и хранении, а также на заправке газобаллонного оборудования транспортных средств СУГ.

Схема автомобильной газозаправочной станции показана на рис.1.

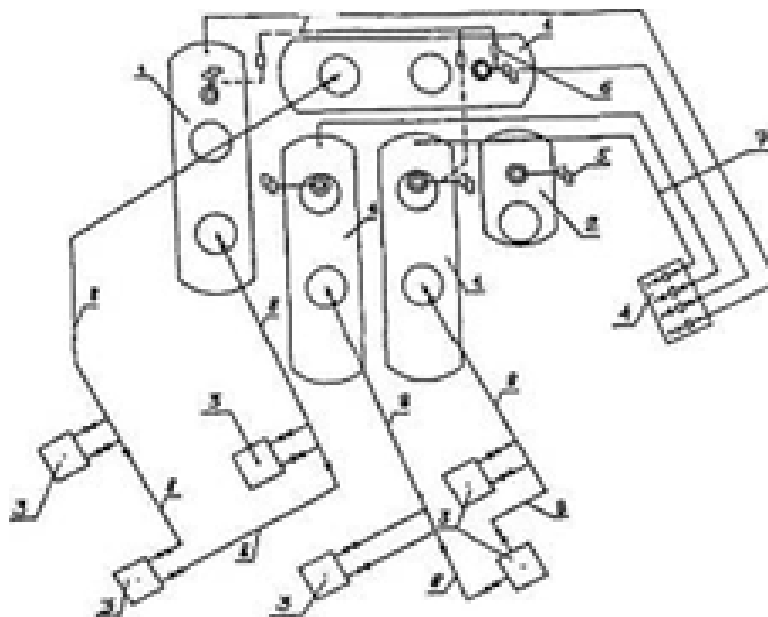


Рисунок 1.1. –схема автомобильной газозаправочной станции

1 – резервуар для топлива; 2 – резервуар аварийный; 3 – газо-распределительный клапан; 4 – площадка для установки сливных приборов; 5 – дыхательный клапан; 6 – огневой предохранитель; 7 – линия наполнения; 8 – линия выдачи; 9 – линия рециркуляции.

Далее разберем, каким образом происходит перевозка и хранение СУГ.

1.2. ТРАСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ СУГ

За счет современных технологий доставка СУГ производится каждому потребителю не зависимо от его местоположения .

Перевозка СУГ производится жд. транспортом на АГНКС и газовозами на АГЗС.

В основном транспортировка СУГ производится автотранспортом, в отличие от железнодорожного транспорта, который используется только на небольшие расстояния.

Поговорим о цистернах, использующихся на тягачах.

Цистерны газовозов

СУГ относится к категории наливного груза, поэтому его перевозка производится в специально подготовленных цистернах. Они сделаны конкретно для перевозки веществ, которые обладают свойством изменять свое агрегатное состояние. Категорически запрещается при перевозках СУГ автотранспортом применять любые другие емкости, созданные для остальных химических веществ. Любой сосуд для СУГ непременно проходит сертификацию и регистрацию, после всех выполненных действий на резервуар оформляется паспорт. За выполнением следит Госгортехнадзор РФ[1]. Каждый сосуд для сжиженного углеводородного газа должен постоянно проверяться на надежность и герметичность. Данные мероприятия помогают найти степень износа резервуара и по мере надобности снять ее с использования. В соответствие с действующими правилами, сосуды проходят проверку один раз в три года. Еще на этапе производства автомобильные цистерны для СУГ оборудуются специальной термоизоляцией повышенной надежности. Также на них оборудуются взрывозащитные устройства такие как:

- электропривод компрессора;
- расходомер;
- насос и др.

При разработке цистерны, которая будет эксплуатироваться на тягачах, их в обязательном порядке оборудуют последующими приспособлениями:

- манометрами для измерения давления внутри резервуара;
- запорных механизмов для слива и заливки сжиженного газа;
- устройствами для проверки текущего уровня жидкости в газовой;
- предохранительными клапанами.

Автоцистерна, которая создана для перевозки СУГ, представлена в виде металлической емкости, которая была выполнена в форме цилиндра. Некоторые цистерны дополнительно оборудуются тепловыми кожухами от воздействия солнечных лучей. Применяют нержавеющую сталь для производства таких цистерн. При транспортировке СУГ нужно поддерживать давление, равное 16 атмосферам. Температура, разрешенная при перевозках СУГ, более обширна. Она не должна выходить за границы от -40 до +50 °С. Действующий ГОСТ 21561-76 регулирует правила, в соответствии с которыми должны изготавливаться резервуары для транспортировки СУГ[2]. Цистерна допускается к использованию при:

- полном соответствии действующим правилам устройства и эксплуатации емкостей (сосудов), которые работают под давлением;
- наличии способности выдерживать создаваемую внутреннюю нагрузку при температурных условиях до +50 градусов Цельсия;
- обеспечении надлежащей прочности несущей конструкции, которая рассчитывается с учетом динамического коэффициента (он равен 2,5);
- устойчивости цилиндрической заданной формы в отношении воздействующих нагрузок и создаваемого вакуума;
- продольной и поперечной устойчивости, защищающей от опрокидывания.

Для всех автоцистерн предусмотрены специальная раскраска и наклейки. Предупреждающие знаки устанавливаются на цистернах транспортных средств, предназначенных для перевозки сжиженного газа. Они расположены сбоку кабины автомобиля и на задней стенке бака. Цветовая

гамма включает в себя надпись "Огнеопасно". Также наносится тип груза и объем танка. Кроме того, на цистернах должны быть нанесены предупреждающие знаки.

К шасси разрабатываются новые и более жесткие требования. Если транспортное средство перевозит бензобак, то это транспортное средство должно быть оборудовано системой ABS. Кроме того, все транспортные средства оснащены системой мониторинга GPS/ГЛОНАСС. Автоцистерны могут быть размещены на шасси тягачей и полуприцепов. Все контейнеры, предназначенные для доставки СУГ конечному потребителю (в основном АГЗС), оснащены специальным оборудованием для заливки перевозимого груза в подготовленные емкости. Выбор оптимального транспортного средства зависит от целого ряда факторов, включая объем СУГ, его общий вес, маршрут движения и так далее. Основную роль в обеспечении правильной транспортировки СУГ в тягачах играют:

- запорные механизмы;
- насос;
- контрольно-измерительные приборы;
- средства безопасности.

Каждый из этих элементов следует обсудить отдельно.

Запорное оборудование

Для заправки цистерн для сжиженного газа горючей жидкостью они оборудованы сливными узлами. Они состоят из нескольких специальных шаровых кранов с фланцевым соединением. Обычно для наполнения резервуара и слива из него газа предусмотрено 3 крана, а еще один предназначен для удаления накопившихся паров, повышающих уровень пожарной опасности при транспортировке груза. Поэтому крайне необходимо периодически разыгрывать пары.

Запорно-регулирующие механизмы используются для дозаправки только при работе с промышленными резервуарами. Если это газгольдеры личных подсобных хозяйств, то используют барабаны, оснащенные заправочными рукавами. Их длина в некоторых случаях достигает 50 метров. На баке установлен пульт управления с тумблерами. С его помощью оператор заправляет и сливает сжиженный газ в необходимом количестве. Один из переключателей соединен непосредственно с нижним клапаном, который используется для слива жидкой фракции. Второй тумблер необходим для управления приемом газа в жидком виде.

Насосы

Насос является необходимым элементом оборудования газовозов. Это устройство позволяет перекачивать СУГ. Все насосное оборудование подчиняется повышенным требованиям безопасности, так как они используются для работы со взрывчатыми веществами. При выборе насосного устройства необходимо учитывать его соответствие отечественным и европейским стандартам качества. Насосный агрегат монтируется на общей раме и включает в себя сам насос и привод.

Контрольно-измерительные устройства

Газовозы не должны быть допущены к эксплуатации, если они не имеют контрольно-измерительных приборов. Эти устройства регулярно проверяются на точность отображаемых данных. Контрольно-измерительное оборудование играет ключевую роль в заправке и сливе СУГ из танкера, а также в обеспечении безопасного обращения со взрывчатыми веществами. Стандартная конфигурация тягача для СУГ состоит из:

- манометра для измерения давления;
- манометра для замеров давления внутри резервуара;
- электронного измерителя уровня,;
- сливного счётчика.

При выполнении операций по сливу или заправке газовоза СУГ оператор в обязательном порядке должен соблюдать все показатели контрольно-измерительных приборов. Это позволяет своевременно предупредить вероятные опасные ситуации.

Для манометров критичным параметром является повышение давления до значения свыше 16 атмосфер. В данных ситуациях устройство переходит на красную отметку. Кроме того, оператор смотрит на уровень наполнения бака, который, согласно действующим правилам техники безопасности, не должен превышать 85%. Объем вытекшего газа контролируется с помощью счетчика, встроенного в газовозы. Эта информация необходима для самого оператора, а также для получателей СУГ. Никакие отводы не должны быть установлены после счетчика. Выход счетчика может быть подключен только с помощью сливного шланга.

Защитные агрегаты

Для защиты оборудования газовозов от аварийных и непредвиденных опасных ситуаций оно должно быть оборудовано элементами безопасности. Перепускной дифференциальный клапан считается одним из основных компонентов защиты. Он позволяет сбрасывать избыточный газ в резервуар при повышении давления на питающей магистрали насосного оборудования. Этот элемент позволяет защитить и обеспечить длительный срок службы насосов в тягачах со СУГ. Также огромное внимание уделяется фильтрации опасных грузов, так как в составе заполняемого газа могут присутствовать всевозможные различные частицы. Для предотвращения поломки насосного оборудования и доставки качественной продукции конечному получателю на входе насоса всегда должен быть установлен фильтрующий элемент.

Бывают случаи, когда электронный уровнемер выходит из строя или показывает неверную информацию, не соответствующую действительности. Для того чтобы перевозчику не пришлось срочно искать специалиста по ремонту, срывая сроки доставки СУГ, для танкеров был предусмотрен

специальный кран. Это помогает в определении уровня наполненности резервуара, если электронное устройство вышло из строя.

Сущность этого крана состоит в том, что трубка от механизма располагается точно на уровне восьмидесяти пяти процентов от наполненности контейнера. Если при открытии крана начинает выходить только пар, значит, бак заполнен не полностью. Как только газ начинает вытекать из крана в сжиженном виде, то цистерна заполняется до нужного уровня или превышает его. Это система обнаружения аварийного уровня, поэтому ее нельзя использовать на постоянной основе.

1.3. ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВКИ

Транспортировка сжиженного природного газа должна осуществляться в строгом соответствии со всеми правилами, нормами и стандартами. Важно понимать, что это легковоспламеняющееся и взрывоопасное вещество. Поэтому существует целый ряд правил, разработанных для перевозки сжиженного газа. Они регулируются внутренними нормативными документами, имеющими отношение к Российской Федерации, а также международными договорами[3].

1. Пожарная безопасность. Все транспортные средства, перевозящие сжиженный газ, должны быть оснащены исправными и эффективными средствами пожаротушения.

2. Квалификация и обучение. Все водители проходят обязательное обучение для получения разрешения на управление транспортным средством, перевозящим цистерны со сжиженным газом. Лицензия выдается в соответствии с действующими требованиями международного соглашения ДОПОГ[4].

3. Обязательный медицинский осмотр перед началом заезда.

4. Проверка оборудования. Каждая грузовая перевозка предполагает обязательную проверку тягачей и всего оборудования на наличие дефектов или разных изъянов. Автотранспорт не может быть допущен к работе, если есть сбои, которые не были исправлены.

5. Утверждение маршрута движения. Поскольку СУГ является грузом повышенной опасности, его транспортировка требует согласования с ГИБДД. Необходимо создать и согласовать маршрут. По закону менять маршрут движения запрещено. Форс-мажорные обстоятельства могут быть исключением.

6. Схема движения. Для тягачей со СУГ планируется по возможности составить схему движения в обход населенных пунктов, заповедников, парков и учреждений.

7. Промывка. Перед каждым рейсом цистерну очищают и моют специально разработанными средствами. Данная процедура проводится с целью удаления остатков предшествующего груза и устранения всех неприятных запахов. Если они не удаляются из бака, то возможность воспламенения или разгерметизации бака возрастает из-за повышенного давления внутри бака.

8. Заполнение. Автоцистерны не должны быть заполнены более чем на 85% от общего объема цистерны. Превышение этого уровня влечет за собой серьезное увеличение риска взрыва и разгерметизации. Это объясняется свойством газа расширяться.

1.4. ОФОРМЛЕНИЕ СОПРОВОДИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПЕРЕВОЗКУ СЖИЖЕННОГО ГАЗА

Любая транспортировка СУГ обязана осуществляться специально оборудованным транспортом. Автотранспортные компании должны иметь лицензию. С заказчиком оформляется договор, в котором прописываются все типовые положения о правах и обязанностях каждой стороны. Контракт необходим для того, чтобы поставка была завершена в срок с соблюдением всех установленных условий. Кроме главных пунктов договора меж перевозчиком и заказчиком, в контракте должны быть указаны сведения о[5]:

- Физ.-хим. свойствах СУГ;
- этапах оснащения машин и погрузо-разгрузочных операциях;

- порядке действий в случае появления аварийной ситуации;
- обработке цистерн, авто и обеспечению специальными средствами персонала для успешного завершения данной работы;
- предварительных мероприятиях для организации сопровождения опасного груза;
- обеспечения водителя СИЗ.

При подписании договора между двумя сторонами отправитель обязан направить в транспортную компанию запрос, который помечен красным цветом и маркирован опасным грузом. Пакет документов, прилагающихся к запросу, состоит из:

- путевого листа;
- Товарно-транспортной накладной (ТТН);
- сертификата о выполнении предварительных мероприятий для перевозки опасного груза;
- аварийной карты систем информирования о возникновении угроз;
- свидетельства, разрешающее эксплуатацию газовоза;
- допуска водителя к управлению транспортом, перевозящем опасный груз.

Свидетельство и допуск это основной показатель. Ведь в частности квалификация водителя и уровень его подготовки определяют, насколько безопасным будет движение опасного груза для других участников на дороге. Поэтому все водители должны быть проинструктированы и обучены, где их информируют и учат правильной перевозки СУГ и других категорий опасных грузов. Данная учебная программа также включает в себя детальное медицинское освидетельствование.

Транспортная компания несет полную ответственность за подготовку транспортных средств, доставляющих СУГ. Если данный пункт оговорен в договоре между сторонами, то перевозчик также может взять на себя ответственность по заправке цистерн газом. Отправитель обязан проверить наличие у водителя документов, подтверждающих его право управлять

транспортным средством и перевозить опасные грузы, прежде чем отправлять автомобиль на согласованный рейс.

1.5. ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОЦИСТЕРН

Тягачи, используемые для транспортировки СУГ, должны передвигаться только по заранее обговоренному и утвержденному маршруту. При всем этом автоцистерны не должны превышать скоростной режим, предусмотренный правилами дорожного движения и иными нормативными документами[6]. Скорость движения определяется инспекторами ГИБДД, которые уполномочены выдавать разрешения на транспортировку СУГ автотранспортом. Разрешенная скорость движения транспортных средств определяется из конкретной ситуации и дорожных условий региона, в котором происходит перевозка. Если нет необходимости получать разрешительные документы, то водитель выбирает самую безопасную скорость, которая позволит предотвратить аварии на дороге.

В некоторых ситуациях согласование не требуется. В основном это затрагивает обстоятельства с транспортировкой СУГ в баллонах. Груз будет числиться опасным только в том случае, если он транспортируется в больших объемах. Если перевозка включает в себя до трехсот литров СУГ в баллонах, то разрешения не требуются. Но с трехсот литров вам понадобится обязательное разрешение от ГИБДД. Иногда транспортировка СУГ осуществляется несколькими автомобилями одновременно, которые движутся друг за другом. В данных обстоятельствах есть правило, согласно которому минимальное расстояние между тягачами составляет пятьдесят метров. На подъемах и спусках, водители должны увеличить между собой разрыв до трехсот метров.

Если транспортировка СУГ предполагает использование транспортных средств сопровождения, то они должны двигаться спереди колонны. Транспортные средства сопровождения оснащены особыми проблесковыми маяками, информируя других участников движения о транспортных средствах с опасным грузом. Независимо от времени суток все транспортные средства,

транспортирующие СУГ, также и транспортные средства сопровождения должны двигаться с включенным светом.

Основным условием перевозки данного опасного груза, как СУГ, является непрерывный и доскональный контроль за состоянием цистерны. Если у цистерны появились трещины, из-за чего она начала протекать, или температура начала расти выше нормы, или внутри нее накапливается давление, это может привести к взрыву. Из-за этого водитель, как доверенное лицо за перевозку, должен обследовать резервуары перед отправкой, а также на запланированных стоянках. При выявлении неполадок необходимо немедленно информировать начальство. Автотранспорт не будет допущен к движению до тех пор, пока все обнаруженные неисправности не будут ликвидированы. В частных случаях необходимо сменить транспорт.

1.6. ХРАНЕНИЕ СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ

СУГ находится на сохранении в металлических сосудах под давлением упругости пара и под землей в специальных газохранилищах.(рис.2)

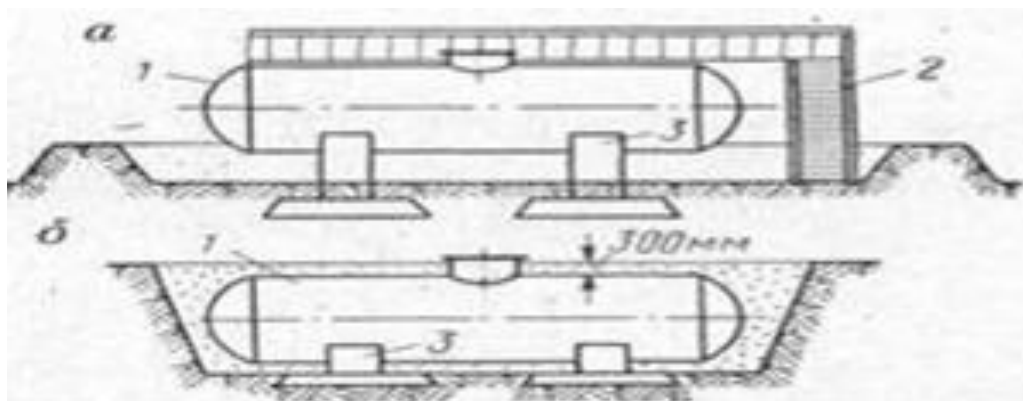


Рисунок 1.2. – металлические сосуды

1 – сам сосуд; 2 – место для обслуживания резервуаров; 3 – стойки; а – наземный; б – подземный;

В металлических сосудах под давлением паров, СУГ хранится на пунктах с размерами хранения до двух тысяч м³. Если размеры базы 2000–

10000 м³, применяются сосуды с постоянной температурой с отводом лишнего тепла[7].

Металлические сосуды применяются в газовых установках, для хранения сжиженного углеводородного газа, а также для транспортировки в виде автоцистерны.

Металлические сосуды подразделяются на 2 вида – цилиндрические и в форме шара.

Стальные сосуды для СУГ производятся в 4 экземплярах:

- подвижные резервуары в форме цилиндра объемом 600 – 1600 л для надземной эксплуатации;
- стационарные резервуары в форме цилиндра объемом 2,5 – 10 м³ для подземной эксплуатации;
- стационарные сосуды в форме цилиндра объемом 25 – 200 м³ для надземных и подземных эксплуатаций;
- резервуары в форме шара объемом 300 – 4000 м³ для надземной установки.

Резервуары объемом 2– 10 м³, рабочее давление которых составляет 10⁶ Па, могут устанавливаться подземным способом.

На рисунке 1.3. представлен стационарный резервуар для сжиженного углеводородного газа.

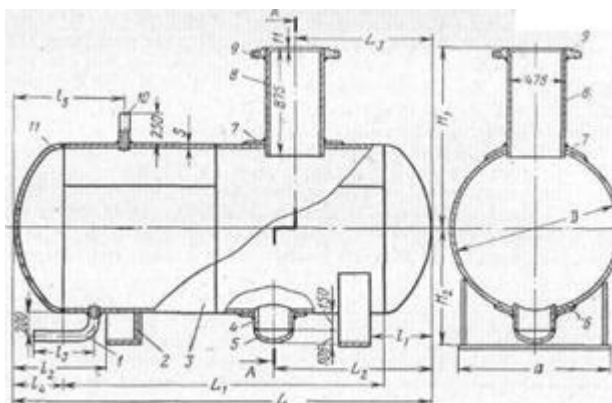


Рисунок 1.3.–Стационарный резервуар для СУГ

Чтобы узнать опасность сжиженного углеводородного газа, следует изучить его характеристики.

1.7. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУГ

СУГ включает в себя такие газы как: пропан, бутан. Пропан начинает испаряться при температуре окружающей его среды -35°C , а бутан при температуре $0,5^{\circ}\text{C}$. Под действием высоких температур сжиженный углеводородный газ расширяется, в следствие чего может произойти разгерметизация резервуара[8]. Чтобы этого не произошло, пропан смешивают в бутаном. В зависимости от времени года СУГ подразделяется на летний и зимний. В летнем содержание пропана составляет 50-60%, в зимнем 60-70%. От пропорции смеси пропан-бутан зависит давление газов в резервуаре. Если соотношению пропана к бутану больше, то и давление следовательно больше. Чтобы избежать разгерметизации сосуда при повышении температуры, сосуд заполняют на 85% от объема. Эти свойства сжиженного углеводородного газа делают его максимально пригодными для эксплуатации в районах нестабильного климата.

На дне резервуара образуется конденсат, который систематически надо извлекать, данная процедура делается раз в год. В случае разгерметизации сосуда, сжиженный углеводородный газ переходя из жидкого состояния в газообразное устремляется в низ, так как он тяжелее воздуха.

СУГ не горит и не взрывается, но если его смешать с воздухом, то он воспламенится, если имеется источник огня. Иногда такое горение может произойти со взрывом.

Таблица 1.1 – характеристика сжиженных углеводородных газов

Вещество	бутан	пропан
химическая формула	C_4H_{10}	C_3H_8
молярная масса, кг/моль	58,1	44,1
относительная плотность газа (по отношению к воздуху)	1,937	1,562

Продолжение таблицы 1.1.

плотность жидкой фазы $\rho_{ж}$ (при температуре кипения и 760 мм.рт.ст.), кг/м ³	600	585
температура кипения, °C	-0,6	-42,1
температура вспышки, °C	-69	-96
температура самовоспламенения, °C	405	470
абсолютное критическое давление, МПа	3,7	4,21
теплота сгорания газовой фазы, кДж/кг	45713	46353

Таблица 1.2 – концентрационные пределы воспламенения

Вещество	Концентрационный предел воспламенения			
	объемный, %		весовой, г/м ³	
	Нижний	Верхний	Нижний	Верхний
Пропан C ₃ H ₈	2,3	9,5	35	174
Бутан C ₄ H ₁₀	1,5	8,5	38	205

Сжиженный углеводородный газ, соприкасаясь с кожей, провоцирует обморожение. Сжиженный углеводородный газ токсичен, по характеру влияния на организм человека определяется к четвертому классу опасности. При утечке сжиженного углеводородного газа, он устремляется в цоколи и низкие сооружения, потому что, как уже было сказано он тяжелее воздуха. СУГ имеют свойство действовать на организм наркотическим способом.

1.8. ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙ НА АГЗС

Причины возникновения аварий на автомобильной газозаправочной станции показаны на гистограмме рис 1. 4.



Рисунок 1.4. – Причины аварий на автомобильной газозаправочной станции

- 32% – неисправность электрооборудования АГЗС;
- 18% – нарушение правил ремонтных работ и техники безопасности;
- 13% – переливы;
- 10% – нагретые части автомобиля;
- 9% – искры от выхлопных труб автомобиля;
- 6% – статическое электричество;
- 4% – поджог;
- 3% – заправка автомобиля с работающим двигателем;
- 3% – электрооборудование автомобиля;
- 2% – курение.

2. АНАЛИЗ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АГЗС

На АГЗС заправка автотранспорта осуществляется пахнущим СУГ.

2.1. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ НА АГЗС

Факторы опасности, находящиеся на АГЗС:

- 1) вещества 4 класса опасности;
- 2) Сжиженные углеводородные газы при взаимодействии с кожей вызывают обморожение.

Возможные аварии на автомобильной газозаправочной станции:

- разгерметизация заправочного рукава;
- отключение электроэнергии;
- неисправность оборудования.

Существует ряд мероприятий, способствующих безопасной работе автомобильных газозаправочных станций[9]:

- Цистерны с СУГ и автотранспорт размещаются на открытой местности;
- Каждое оборудование оснащается взрывозащищенной конструкцией;
- Поддержание чистоты на АГЗС путем сбора мусора и последующего его вывоза на специально оборудованные свалки.

Водитель тягача с цистерной сжиженного углеводородного газа должен убедиться в безопасности не только своей, но и людей, находящихся на АГЗС:

- Убедиться в отсутствии людей на АГЗС, кроме персонала;
- Поставить знак «Идет техобслуживание»;
- Остановить работу двигателя, вынув ключ зажигания из замка;
- Произвести заземление тягача;
- Убедиться в отсутствии открытого пламени;

- Обезопасить себя и персонал, подставив под колеса противооткатные упоры.

На автомобильную газозаправочную станцию для заправки транспортного средства, разрешается заезжать по одному, а остальные транспортные средства обязаны располагаться на парковке, вне автомобильной газозаправочной станции.

При заправке автотранспорта на автомобильной газозаправочной станции, обязаны соблюдаться правила ПБ 03-576-03 "Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением"[10]. Осуществлять заправку иных сосудов воспрещается.

Наблюдение за состоянием газовых баллонов и их освидетельствование, ложится на собственника.

Перед заправкой оператор автомобильной газозаправочной станции должен удостовериться в безопасности и посмотреть у клиента документы, доказывающие исправность и пригодность его оборудования.

Категорически носит запрет заправка автотранспорта, который не соответствует требованиям:

- пройдено в срок экспертиза состояния газобаллонного оборудования;
- баллон имеет окрас, соответствующий действительности;
- движущиеся механизмы исправны;
- баллон надежно закреплен;
- нет разгерметизации сосуда.

Осуществлять заправку автотранспорта допускается исключительно при заглушенном двигателе. Запуск двигателя допускается исключительно после:

- отсоединения шлангов;
- установки заглушки.

Запрещается заезд на территорию автомобильной газозаправочной станции с пассажирами. В равной степени запрещается нахождение

посторонних лиц на автомобильной газозаправочной станции, пока осуществляется заправка.

В обязательном порядке при осуществлении заправки автотранспорта должны быть соблюдены следующие правила техники безопасности[9]:

- Запрещено стучать металлическими предметами по оборудованию, находящемуся под давлением;
- Если во время пуска двигателя появляются посторонние шумы и звуки не свойственные нормальной работе двигателя, его следует немедленно заглушить и переместить автотранспорт на расстояние более 15 метров от АГЗС;
- Не пытайтесь самостоятельно регулировать соединения на баллонах и коммуникациях;
- Запрещено осуществлять заправку автотранспорта без контроля со стороны;
- В случае превышения установленных норм при заправке баллонов, запрещено избыток газа стравливать в атмосферу;
- В случае неисправности или некорректной работы газового оборудования запрещено производить какие либо ремонтно-наладочные работы во время нахождения на территории автомобильной газозаправочной станции;
- В целях безопасности – не превышать заправку газом более чем на 85% от объема баллона;
- Запрещается заправка баллонов автотранспорта при повышении давления в системе автоцистерн более чем 1,6 МПа;
- Заправочный зажим должен быть отсоединен от заправочного клапана автотранспорта, в случае не осуществления заправки сжиженным углеводородным газом;
- Запрещается использование аварийной петли выталкивания автоцистерны для буксировки автомобиля.

Эксплуатация тягача с цистерной разрешается при соблюдении следующих условий[11]:

- Дно или корпус резервуара не имеют повреждений;
- не закончился срок после которого в обязательном порядке должна быть проведена экспертиза состояния цистерны;
- Запорная арматура не имеет повреждений и находится в исправном состоянии;

- Все необходимые надписи и клейма находятся на своих местах и легко читаются;
- Нанесены все предусмотренные законодательством предупредительные надписи;
- Паспорт соответствия на резервуар находится в наличии;
- Соединения и арматура находятся в герметичном состоянии;
- Предохранительные клапаны находятся в рабочем и исправном состоянии;
- Установлено заземление;
- Автомобиль укомплектован огнетушителями;
- Резьба на штуцерах и резинотканевых шлангах не имеет повреждений;
- Арматура и трубопроводы не имеют повреждений;
- Индикаторы уровня и контрольно измерительных приборов находятся в исправном состоянии;
- Давление в резервуаре не превышает установленную норму;
- В наличии имеется знак аварийной остановки, аптечка первой помощи и информационная табличка об уровне опасности.

2.2. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Ответственность за обеспечение пожарной безопасности автомобильной газозаправочной станции лежит на ее руководителе. Он должен:

1. организовать круглосуточную охрану автомобильной газозаправочной станции;
2. обеспечить и контролировать изучение и выполнение правил пожарной безопасности всеми работниками автомобильной газозаправочной станции
3. проверять наличие и исправность технических средств пожаротушения и проводить их замену в случае необходимости

Автомобильная газозаправочная станция должна быть оснащена следующими средствами пожаротушения в количестве не менее[12]:

- Огнетушитель ОХВП-10 – 2 шт.

- Емкость(ящик) с песком 0,5 м³– 2 шт
- Лопата – 2 шт
- Полотно асбестовое, размером 1×2 м– 2 шт

Первичные средства пожаротушения и их количество устанавливаются в соответствии с требованиями нормативных актов, регулирующих правила безопасности при эксплуатации АГЗС.

Тягач с цистерной должен быть оснащен не менее чем двумя огнетушителями.

Запрещено использовать огнетушители в случаях:

- Отсутствия пломбы;
- При повреждении раструба;
- В случае невозможности осмотра в соответствие с требованиями паспорта на огнетушители.

Ящики(емкости) с песком должны соответствовать следующим требованиям:

- Ежедневный осмотр;
- Наличие надписи «песок на случай пожара»;
- Наличие металлических лопат в количестве не менее 2 шт.;
- Плотное прилегание крышки.

Инструкции о действиях сотрудников при пожаре и способах оповещения аварийных служб, должны располагаться на видном месте во всех помещениях, где работают или находятся сотрудники.

На АГЗС присутствует аварийная вентиляция. Она автоматически включается при увеличении концентрации сжиженных углеводородных газов, также включается световая сигнализация, направленная на сотрудников, с целью выполнения ими первичных действий по ликвидации пожара.

2.3. СЛУЖБЫ КОНТРОЛИРУЮЩИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АГЗС

Службы, контролирующие деятельность автомобильной газозаправочной станции:

- 1) Управление по архитектуре и градостроительству;
- 2) Управление по энергонадзору;
- 3) ГИБДД;
- 4) Роспотребнадзор;
- 5) Комитет по охране окружающей среды;
- 6) Управление противопожарной службы.

2.3.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К АГЗС

Требования к расположению АГЗС

При выборе места для строительства автомобильной газозаправочной станции необходимо руководствоваться положениями НПБ 02-93[13].

По отношению к жилым, промышленным и общественным зданиям(сооружениям) автомобильная газозаправочная станция должна располагаться обязательно с подветренной стороны от преобладающих ветров.

На плавательных средствах, путепроводах и под ними, строительство автомобильной газозаправочной станции запрещается.

При планировке автомобильной газозаправочной станции необходимо учитывать размещение зданий и сооружений на ее территории с учетом исключения возможного растекания аварийного разлива топлива как на территории АГЗС, так и за ее пределы.

Территория автомобильной газозаправочной станции должна быть оборудована на въезде и выезде плоскими приподнятыми участками высотой не менее 0,2 м или дренажными лотками для отвода на очистные сооружения автомобильной газозаправочной станции атмосферных осадков загрязненных нефтепродуктами.

При размещении АГЗС следует измерять минимальные расстояния:

- от стенок резервуаров (емкостей) для хранения топлива и аварийных резервуаров, наземного и надземного оборудования, обрабатывающего топливо и/или его пары, корпуса АГЗС и распределительных колонн сжиженного углеводородного газа или сжатого природного газа, границ площадок для танкеров и технологических скважин, со стен технологического оборудования очистных сооружений, с границ площадок для стоянки транспортных средств и с наружных стен и конструкций зданий АГЗС. Расстояния от зданий (помещений) для персонала АГЗС, обслуживания водителей, пассажиров и их транспортных средств до объектов, не относящихся к АГЗС, настоящими правилами не регулируются;
- до границ земельных участков дошкольных учреждений, общеобразовательных школ, школ-интернатов, медицинских учреждений со стационаром, однокомнатных жилых домов, а для жилых и общественных зданий иного назначения – до дверей или окон;
- до ближайшей стены (перегородки) комнаты (если помещения различного назначения расположены в одном здании).

Наименьшие расстояния до автодорог и улиц населенных пунктов определяются зависимо от их категории согласно СНиП 2.07.01-89 *, а конкретно:

- до магистральных дорог и магистральных улиц общегородского значения как для автомобильных дорог общей сети I, II и III категорий;
- до поселковых дорог, магистральных улиц районного значения, главных улиц и основных улиц в жилой застройке сельских поселений как для автомобильных дорог общей сети IV и V категорий;
- до остальных дорог и улиц - не нормируются.

Требования санитарных служб

Наиболее частыми нарушениями в работе автомобильной газозаправочной станции, по данным Роспотребнадзора, являются нарушения:

- потребительских прав;
- требований к обращению с отходами;
- норм ПДК по воздуху;
- требований санитарно-эпидемиологического характера при эксплуатации построек на территории заправки.

Чтобы СЭС не отказали в заключительном вердикте на стадии оформления документов и штрафов в процессе работы, следует ознакомиться с главными требованиями этой структуры.

Микроклимат сооружений АГЗС

Внутренняя среда производственных и бытовых помещений автомобильной газозаправочной станции поддерживается в соответствие с правилами СП 60.13330.2012/СНиПа 41-01-2003[14].

Главным требованием для АГЗС является внедрение искусственной вентиляции для комнат, где хранится специальная одежда рабочих. Промышленные и административные помещения обязаны иметь отопление:

- Местное;
- Центральное.

При использовании местного вида отопления разрешается пар, подогретый воздух или вода в виде переносчика тепла.

Микроклимат на рабочем месте рабочих АГЗС регламентируется в соответствие СанПиН 2.2.4.548-96. Разрешенные колебания показателей влажности и температуры зависят от времени года и территориального нахождения. В среднем для холодной погоды это:

- 20-22°C ;
- 15-75% влажность.

Для летнего времени года:

- 21-23°C ;
- 15-75% влажность.

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны АГЗС описаны в ГН 2.2.5.685-98[22].

Требования к инженерным сетям: вода, канализация, освещение

СП 30.13330 / СНиП 2.04.01-85 * регламентирует правила к внутренним водопроводным и канализационным сетям[15].

К АГЗС подводится питьевая вода. Ее данные обязаны соответствовать СанПиНу 2.1.4.559-96. Существуют разные виды подключения воды к АГЗС, вот некоторые из них:

- врезка в сети центрального водоснабжения;
- обустройство поступления воды от колодца;
- бурения АС (артезианской скважины).

Источник забора воды должен быть согласован с санитарными службами. Если вода берется из собственных источников, то начальник АГЗС должен обеспечить, чтобы лабораторные показатели состояния воды контролировались в соответствии с вышеупомянутым СанПиНом.

К требованиям канализационных сетей относится создание отдельных сетей канализации:

- бытовых вод;
- дождевых и производственных.

Запрещается объединять их в одну систему. Перед началом работы АГЗС на ее местности обязана быть установлена система очистки сточных вод. Бытовые сточные воды очищаются в соответствии с требованиями СНиП 2.04.03-85 / СП 32.13330.2012[16].

Дождевая дренажная система позволяет построить систему лотков со съемными решетками. В данную систему будет подключен и производственный сток. Вода направляется через лотки в очистные сооружения.

Очистные сооружения должны включать в себя:

- отстойник (колодец);
- фильтрационную часть;
- сборник (колодец).

Промышленные стоки, отфильтрованные нефтепродукты и осадочный мусор удаляются в места, согласованные с санитарными службами вашего региона / района.

Требования к светотехническим средствам продиктованы СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[17]. Это означает, что во всех помещениях производственного назначения должно присутствовать помимо искусственного и естественного освещения. И естественное освещение рекомендуется использовать по максимуму.

Процент КЕО:

- используется комбинированное освещение – 0,48%;
- используется только естественное освещение – 0,8%.

На рабочую поверхность свет должен подаваться с интенсивностью 200 Лк/150 Лк (лампы накаливания). Каждый осветительный прибор обязательно должен иметь светорассеивающий плафон и ежедневно чиститься.

Требования к сооружениям на территории АГЗС

Различие от большинства предприятий в том, что АГЗС – это предприятие, где не все типы сооружений разрешены к размещению. Допускается строительство[12]:

- оперативный;
- административные учреждения;
- складские помещения для униформы сотрудников, запчастей и инструментов, оборудования, необходимых для работы,;
- котельная с теплоносителями, которые нагреваются до 80°C и не выше;
- туалетная комната;
- комната охраны;
- помещение для приема пищи.

Не разрешается размещать на территории автомобильной газозаправочной станции следующие объекты:

- здания классов А и В (кроме тех, которые относятся к технологической заправочной системе) и Г-помещения, за исключением котельных[18];
- установки для обслуживания транспортных средств с процессами, приводящими к циркуляции паров / газов с высокой степенью воспламеняемости .

Сооружения, строящиеся на территории автомобильной газозаправочной станции, должны быть:

- одноэтажными или построенными в 2 этажа, но не более 150 м²;
- I-III степени огнестойкости[18]

Навесы на автомобильной газозаправочной станции изготавливаются из негорючих материалов. Каждый топливный контейнер защищен от возможного повреждения автотранспортом и устройствами. Каждый элемент заправки, вплоть до забора, подчиняется строгим требованиям, прописанным в НПБ 111-98.

Все АГЗС обеспечиваются молниезащитой не менее II-ой категории по РД 34.21.122-87. Электрическая система устанавливается перед вводом в эксплуатацию, заземление-перед первым пробным запуском. Воздушные линии электропередач на автомобильных газозаправочных станциях разных вариаций запрещены.

Требования к оборудованию на АГЗС

Любое оборудование автомобильной газозаправочной станции обязано быть куплено у официальных поставщиков и иметь паспорт. Для резервуаров требуются калибровочные таблицы. На автомобильной газозаправочной станции создается специальный журнал, куда заносится информация о ремонте заправочного оснащения.

На АГЗС в обязательном порядке обязаны быть:

- телефонная линия;
- радиосвязь;
- средства громкого вещания.

Также не стоит забывать о высоких требованиях к герметичности заправочного оборудования:

- колонки должны быть оборудованы устройствами, которые могут остановить утечку содержимого, если они повреждены;
- цистерны должны сохранять свою собственную герметичность в течение 10 лет, если соблюдаются все технические требования;
- резервуары для хранения топливных материалов оснащены системами, позволяющими проверить степень герметичности по ПН⁵ к НПБ 111-98;
- опорная арматура выполнена по I классу герметичности по ГОСТ 9544[19].

Каждое электрооборудование на территории автомобильной газозаправочной станции должно быть заземлено, а его монтаж должен основываться на стандартах ПУЭ и ПЭЭП (эксплуатационное правило). Установка данного оборудования осуществляется исходя из зон повышенной взрывоопасности.

Для каждого из типов АГЗС, технологическое оборудование подчиняется определенным требованиям, прописанных в стандартах ПБ 111-98.

Требования к производственным помещениям и зонам бытовых нужд

Проектирование АГЗС осуществляется в соответствии с комплексом правил 56.13330.2011 или СНиП 31-03-2001[20]. Рабочие зоны окрашены в цвета, которые уменьшают усталость глаз сотрудников и улучшают освещение рабочего места.

Помещение для сотрудников и рабочая зона покрываются жестким напольным покрытием в соответствии с санитарными правилами.

Рабочая зона сотрудника автомобильной газозаправочной станции для проведения рабочих действий в положении сидя оборудовано в соответствии с ГН 2.2.5.1314-03[21].

Зона для персонала должна включать в себя:

- Туалетную комнату;
- Душевую;
- Раздевалку.

В этих помещениях пол сделан устойчивым к воздействию воды, а также моющих и дезинфицирующих средств. Каждая стена и перегородка облицованы керамической плиткой или другим влагостойким материалом высотой не менее 1,8 м.

Раздевалку для технических сотрудников оснащают шкафами, состоящими из двух секций:

- Для верхней одежды и обуви самого сотрудника;
- Для униформы.

Данную одежду категорически запрещается хранить вместе. На крупных заправках, оснащенных торговым залом с кафе, должен присутствовать туалет для посетителей. Рекомендуется оснастить одной отдельной туалетной комнатой для людей с ограниченными возможностями.

Все туалеты оборудуются приспособлениями для сушки рук или одноразовыми полотенцами, туалетной бумагой и мылом.

Требования к сотрудникам АГЗС

Сотрудники АГЗС обязаны строго соблюдать правила техники безопасности. При устройстве на работу в обязательном порядке проводится вводная инструкция по правилам безопасности, за которой следуют первичные и систематические инструктажи с записью в журнале.

Сотрудники АГЗС обязаны четко знать свои действия в момент пожара. Разбираться в системе пожаротушения на автомобильной газозаправочной станции, уметь использовать первичные средства пожаротушения.

3. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ ОСНОВНЫХ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ ЧС

3.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

АГЗС «GASPRO» расположена по адресу – г.Северск, ул. Автодорога 1/6.

Автомобильная газозаправочная станция относится к опасным производственным объектам. На АГЗС осуществляется прием, хранение, продажа сжиженного углеводородного газа, а также заправка автомобилей.

АГЗС включает в себя два резервуара для хранения СУГ: резервуар №1 – 10 м³, резервуар №2 – 10 м³. Все оборудование АГЗС смонтировано наземно. Доставка СУГ на АГЗС осуществляется автоцистерной, объем которой составляет 36 м³.

Перечень оборудования АГЗС, приведен в таблице 2.3.

Таблица 3.1 – оборудование АГЗС

Наименование оборудования	Количество, шт.	Назначение	Характеристика
Резервуар №1	1	Хранение СУГ	V= 10 м ³
Резервуар №2	1	Хранение СУГ	V= 10 м ³
Заправочные колонки	2	Отпуск СУГ	A= 40 л/мин
Автоцистерна	1	Доставка, хранение СУГ	V= 36 м ³
Насос	2	Перекачка СУГ	A= 90 л/мин

На территории АГЗС помимо оборудования располагается здание операторной. Рядом с АГЗС располагается административное здание.

Численность сотрудников, находящихся постоянно на территории АГЗС составляет 5 человек(2 сотрудника, 3 водителя). Плотность размещения персонала на объекте: на открытой местности - 0,0004 чел/м²; В административном здании – 0,4 чел/м². Площадь административного здания 100 м².

На территории АГЗС находится одно промышленное здание – операторная, расстояние которой от резервуара с сжиженным углеводородным газом составляет – 15 м. Административное здание располагается в 200 м. от резервуара.



Рисунок 3.1.– Местность объекта



Рисунок 3.2. – АГЗС «GASPRO»

3.2. ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Для оценки частоты возникновения аварийных ситуаций на автомобильной газозаправочной станции применяют вероятностный подход.

За все время существования автомобильной газозаправочной станции «GASPRO» не было ни одной аварии, ни одного смертельного случая, поэтому оценку риска проводим по обобщенным среднестатистическим данным.

Критерии отказов по тяжести последствий – катастрофический, критический, некритический, с пренебрежимо малыми последствиями.

Оценка частоты возникновения аварийных ситуаций приведена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Обобщенные статистические данные по оценке частот отказов оборудования

Тип отказа оборудования	Вероятность отказа	Масштабы выброса опасных веществ
Разрушение резервуара, автоцистерны	$1 \cdot 10^{-5}$ в год	Полное содержимое резервуара
Разгерметизация технологических трубопроводов	$5 \cdot 10^{-3}$ на 1 км трубопровода	Объем выброса, равный объему трубопровода, ограниченного арматурой
Отказ машинного оборудования	$5 \cdot 10^{-3}$ в год	Объем, вытекший через торцевые уплотнения или разрушенный узел за время перекрытия потока
Разрыв соединительных рукавов при сливе(налив)е автоцистерны	10^{-3} в год на одну заправку 10^{-2} в год на один рукав	Объем, вытекающий через сливное отверстие за время перекрытия потока

Результаты оценки вероятности аварий приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3. – результаты оценки вероятности аварий

Ожидаемая частота возникновения, 1/год		Тяжесть последствий			
		Катастрофический отказ	Критический отказ	Некритический отказ	Отказ с пренебрежимо малыми последствиями
вероятный отказ	$10^{-1} - 10^{-2}$	-	-	Разрыв соединительных рукавов, разрыв сливного рукава автоцистерны	-
Возможный отказ	$10^{-2} - 10^{-4}$	-	Отказ машинного оборудования	-	-
Редкий отказ	$10^{-4} - 10^{-6}$	Полное разрушение автоцистерны, резервуара	Разгерметизация автоцистерны	Разгерметизация трубопровода	-

Исходя из оценки риска, в случае полного разрушения автоцистерны или резервуара с СУГ, степень риска обуславливается повышенным уровнем опасности.

Когда происходит разлив СУГ, с поверхности разлива начинают испаряться и образовывать парогазовое облако. Оно содержит большой объем углеводородов, которое при наличии источника воспламенения может загореться или взорваться.

Наиболее опасной аварийной ситуацией является полное разрушение автоцистерны с СУГ. В случае возникновения этой ситуации, во время воспламенения и взрыва будет задействовано около 17 тонн сжиженного углеводородного газа.

Наиболее возможной аварийной ситуацией является отказ машинного оборудования (насосов) с сопровождением взрыва.

Наиболее вероятной аварийной ситуацией является разрыв соединительных рукавов, в результате утечка небольшого количества смеси пропан-бутан.

Рассмотрено дерево событий в случае разрушения или разгерметизации автоцистерны(резервуара) с СУГ на АГЗС. Вероятность разрушения или разгерметизации резервуара с выбросом сжиженного углеводородного газа принята равной 1. Вероятность других событий взята из «Плана ликвидации аварийных ситуаций на АГЗС». Дерево событий представлено на рисунке 3.1.

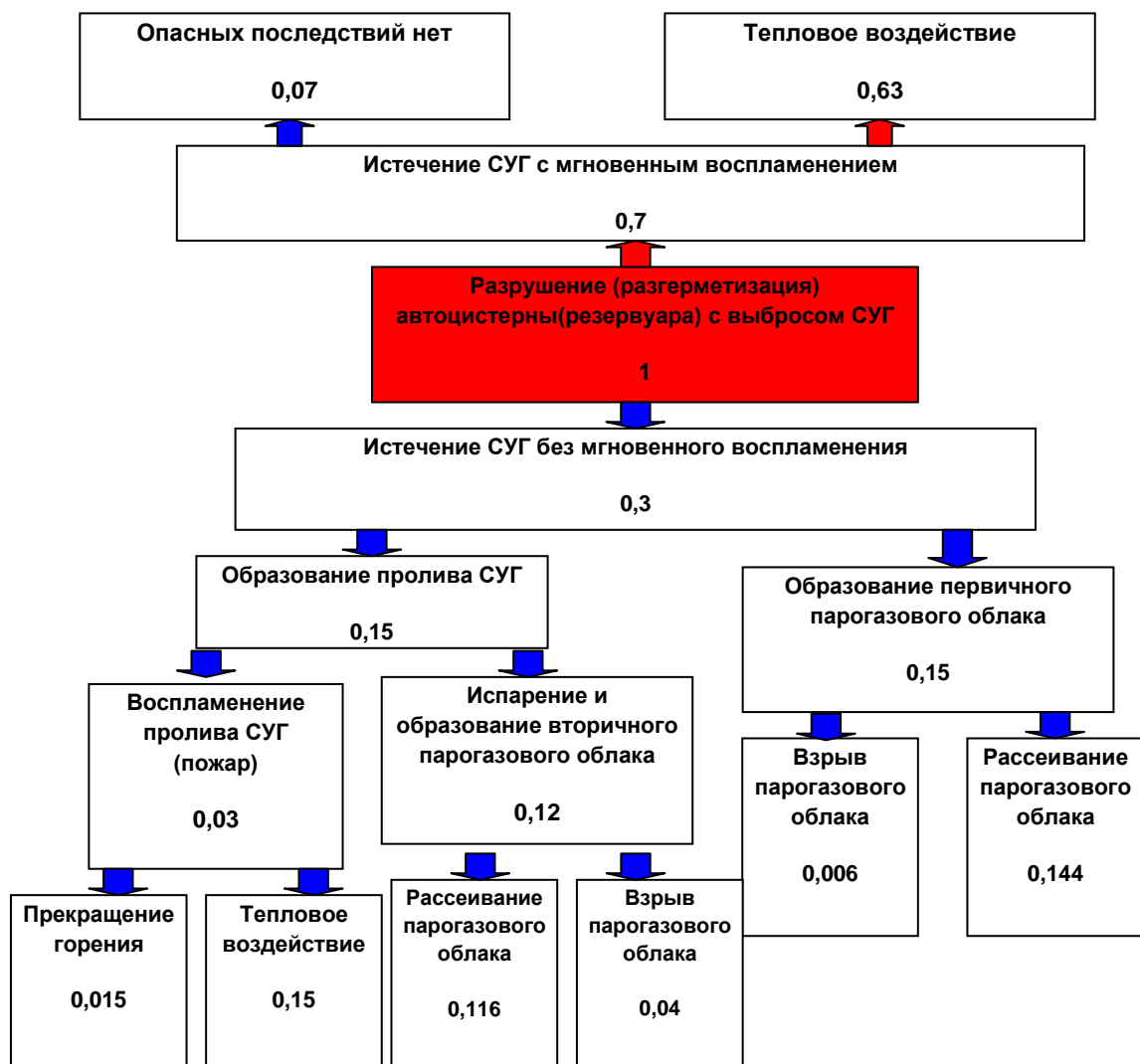


Рисунок 3.3. – дерево событий

3.3.ОЦЕНКА ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ АГЗС

Оценка пожаровзрывоопасности АГЗС позволит определить параметры поражающих факторов и оценить последствия от разрушения автоцистерны с СУГ[28].

В таблице 3.4. представлена характеристика пропан-бутан, находящегося на АГЗС.

Таблица 3.4 – характеристика смеси пропан-бутан

m, кг	17000
$Q_{сг}$, Дж/кг	$4,7 \cdot 10^7$
m , кг/(м ² ·с)	0,1

Продолжение таблицы 3.4.

$n, \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$	46
$Q, \text{ кДж}/\text{кг}$	48000
K	0,0006
$Q_0, \text{ кВт}/\text{м}^2$	180

Для определения оценки пожаровзрывоопасности нужно произвести расчет:

- Интенсивности теплового излучения и времени существования «огненного шара»
- Параметров волны давления при сгорании горючего вещества
- Размеры возможного пожара и его потенциальной энергии
- Индивидуального и социального риска

3.3.1. РАСЧЕТ ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ВРЕМЕНИ СУЩЕСТВОВАНИЯ «ОГНЕННОГО ШАРА»

Образование «Огненных шаров» приводит к тяжелым последствиям. Они вызывают вторичные пожары, так как интенсивность теплового излучения очень высока.

1. Расчет интенсивности теплового излучения «огненного шара» $q, \text{ кВт}/\text{м}^2$, проводят по формуле:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau, \quad (3.1)$$

где E_f – среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, $\text{кВт}/\text{м}^2$;

F_q – угловой коэффициент облученности;

τ – коэффициент пропускания атмосферы.

2. E_f определяют на основе имеющихся экспериментальных данных. Допускается принимать E_f равным $450 \text{ кВт}/\text{м}^2$.

3. F_q рассчитывают по формуле:

$$F_q = \frac{\frac{H}{D_s} + 0,5}{4 \left[\left(\frac{H}{D_s} + 0,5 \right)^2 + \left(\frac{r}{D_s} \right)^2 \right]^{1,5}}, \quad (3.2)$$

где H – высота центра «огненного шара», м;

D_s – эффективный диаметр «огненного шара», м;

r – расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара», м.

4. Эффективный диаметр «огненного шара» D_s рассчитывают по формуле:

$$D_s = 5,33m^{0,327}, \quad (3.3)$$

где m – масса горючего вещества, 17000 кг

5. H определяют в ходе специальных исследований. Допускается принимать H равной $D_s/2$.

6. Время существования «огненного шара» t_s , с, рассчитывают по формуле:

$$t_s = 0,92m^{0,303}. \quad (3.4)$$

7. Коэффициент пропускания атмосферы τ рассчитывают по формуле:

$$\tau = \exp\left[-7,0 \cdot 10^{-4} \left(\sqrt{r^2 + H^2} - D_s/2\right)\right]. \quad (3.5)$$

1. Определяем эффективный диаметр «огненного шара» D_s :

$$D_s = 5,33 \cdot 17000^{0,327} = 128,8 \text{ м.}$$

2. Принимая $H = D_s/2 = 64,4$ м, находим угловой коэффициент облученности F_q :

$$F_q = \frac{\frac{H}{D_s} + 0,5}{4 \left[\left(\frac{H}{D_s} + 0,5 \right)^2 + \left(\frac{r}{D_s} \right)^2 \right]^{1,5}} = \frac{\frac{64,4}{128,8} + 0,5}{4 \left[\left(\frac{64,4}{128,8} + 0,5 \right)^2 + \left(\frac{15}{128,8} \right)^2 \right]^{1,5}} = 0,25.$$

Находим коэффициент пропускания атмосферы τ :

$$\begin{aligned} \tau &= \exp\left[-7,0 \cdot 10^{-4} \left(\sqrt{r^2 + H^2} - D_s/2\right)\right] = \\ &= \exp\left[-7,0 \cdot 10^{-4} \left(\sqrt{15^2 + 64,4^2} - 128,8/2\right)\right] = 0,91. \end{aligned}$$

4. Принимая $E_f = 450$ кВт/м², находим интенсивность теплового излучения q :

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 450 \text{ кВт/м}^2 \cdot 0,25 \cdot 0,91 = 102,37 \text{ кВт/м}^2.$$

5. Определяем время существования «огненного шара» t_s :

$$t_s = 0,92m^{0,303} = 0,92 \cdot 17000^{0,303} = 17,6 \text{ с.}$$

Итак, значение интенсивности излучения «Огненного шара» составляет 102,37 кВт/м², при такой величине возможны ожоги первой степени и смертельное поражение людей.

3.3.2. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВОЛНЫ ДАВЛЕНИЯ ПРИ СГОРАНИИ ГОРЮЧЕГО ВЕЩЕСТВА

Основными параметрами волны давления при сгорании горючего вещества в открытом пространстве являются избыточное давление и импульс волны давления. При большой величине избыточного давления возможно повреждение находящихся поблизости оборудования и других зданий.

Избыточное давление Δp , кПа, развиваемое при сгорании, рассчитывают по формуле:

$$\Delta p = p_0(0,8m_{\text{пр}}^{0,33} / r + 3m_{\text{пр}}^{0,66} / r^2 + 5m_{\text{пр}} / r^3), \quad (3.6)$$

где p_0 – атмосферное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

r – расстояние от геометрического центра облака, м;

$m_{\text{пр}}$ – приведенная масса, кг, рассчитанная по формуле:

$$m_{\text{пр}} = (Q_{\text{сг}} / Q_0)m_{\text{г,п}} Z, \quad (3.7)$$

где $Q_{\text{сг}}$ – удельная теплота сгорания газа или пара, для смеси пропан-бутан $4,6 \cdot 10^7$ Дж/кг;

Z – коэффициент участия, который допускается принимать равным 0,05;

Q_0 – константа, равная $4,52 \cdot 10^6$ Дж/кг;

$m_{\text{г,п}}$ – масса горючих газов и (или) паров, поступивших в результате аварии в окружающее пространство, кг.

Импульс волны давления i , Па · с, рассчитывают по формуле:

$$i = 123 \cdot m_{\text{пр}}^{0,66} / r. \quad (3.8)$$

1. Находим приведенную массу $m_{\text{пр}}$ по формуле:

$$m_{\text{пр}} = (Q_{\text{сг}} / Q_0)m_{\text{г,п}} Z = \left(\frac{4,6 \cdot 10^7}{4,52 \cdot 10^6} \right) \cdot 17000 \cdot 0,05 = 8650 \text{ кг.}$$

2. Находим избыточное давление Δp по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta p &= p_0(0,8m_{\text{пр}}^{0,33} / r + 3m_{\text{пр}}^{0,66} / r^2 + 5m_{\text{пр}} / r^3) = \\ &= 101 \text{ кПа} \left(\frac{0,8 \cdot 8650^{0,33} \text{ кг}}{15 \text{ м}} + \frac{3 \cdot 8650^{0,66} \text{ кг}}{15^2 \text{ м}} + \frac{5 \cdot 8650 \text{ кг}}{15^3 \text{ м}} \right) = \\ &= 1934 \text{ кПа.} \end{aligned}$$

3. Находим импульс волны давления i по формуле:

$$i = 123 \cdot m_{\text{пр}}^{0,66} / r = \frac{123 \cdot 8650^{0,66} \text{ кг}}{15 \text{ м}} = 3252,7 \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

3.3.3. РАСЧЕТ РАЗМЕРОВ ВОЗМОЖНОГО ПОЖАРА И ЕГО ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ

Размер пожара и его потенциальную энергию определяют на основе учета особенностей газа, технологического оборудования и его конструктивного исполнения.

1. Площадь возможного пожара $F_{\text{пож}}$ определяют по формуле:

$$F_{\text{пож}} = \pi \cdot (V_{\text{л}} \cdot \tau_{\text{р}})^2, \quad (3.9)$$

где $V_{\text{л}}$ – линейная скорость распространения пламени, м/с (принимается 0,12 м/с);

$\tau_{\text{р}}$ – расчетное время развития пожара, 120 с.

Тогда

$$F_{\text{пож}} = 3,14 \cdot (0,12 \cdot 120)^2 = 651,1 \text{ м}^2.$$

Тогда диаметр пожара

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{пож}}}{\pi}} = 28,79 \text{ м}.$$

2. Высота пламени h , м, рассчитывается по формуле:

$$h = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m}{\rho_{\text{в}} \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61}, \quad (3.10)$$

где d – диаметр пожара, м;

m – удельная массовая скорость выгорания, 0,1 кг/(м²·с);

$\rho_{\text{в}}$ – плотность воздуха, кг/м³ (равна 1,2);

g – ускорение свободного падения, м/с²;

$$\begin{aligned} h &= 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m}{\rho_{\text{в}} \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = \\ &= 42 \cdot 28,79 \text{ м} \cdot \left(\frac{0,1 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})}{1,2 \text{ кг}/\text{м}^3 \cdot \sqrt{9,8 \text{ м}/\text{с}^2 \cdot 28,79 \text{ м}}} \right)^{0,61} = 48,36 \text{ м}. \end{aligned}$$

3. Продолжительность пожара τ рассчитывают исходя из условия, что СУГ горит размещенный на 100 м² без условия тушения:

$$\tau = N/n, \quad (3.11)$$

где N – количество горючего вещества, кг;

n – скорость выгорания СУГ, кг/(м² · ч) (равна 46).

$\tau = N/n = 17000 \text{ кг} / 46 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}) = 369 \text{ с} = 0,1 \text{ ч}$.

4. Потенциальная энергия пожара $E_{\text{пож}}$ вычисляется по формуле:

$$E_{\text{пож}} = G_{\text{н}} \cdot Q \cdot K, \quad (3.12)$$

где $G_{\text{н}}$ – масса сгораемого вещества, кг;

Q – теплота сгорания пропан-бутан, кДж/кг (48000 кДж/кг);

K – коэффициент недожога (равен для пропан-бутан – 0,0006).

$E_{\text{пож}} = 17000 \text{ кг} \cdot 48000 \text{ кДж/кг} \cdot 0,0006 = 490 \cdot 10^3 \text{ кДж}$.

Итак, в данном разделе рассчитаны критерии пожаровзрывоопасности при сгорании СУГ, значения которых представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Критерии пожаровзрывоопасности

№ п/п	Наименование критерия	Обозначение	Значение	Единица измерения
1	Интенсивность теплового излучения «огненного шара»	q	102,37	кВт/м ²
2	Время существования «огненного шара»	t_s	17,6	с
3	Избыточное давление (при сгорании СУГ на открытом пространстве)	Δp	1934	кПа
4	Импульс волны давления	i	3252,7	Па · с
5	Площадь пожара	$F_{\text{пож}}$	651,1	м ²
6	Диаметр пожара	d	28,79	м
7	Высота пламени	h	48,36	м
8	Продолжительность пожара	τ	0,1	ч
9	Потенциальная энергия пожара	$E_{\text{пож}}$	$490 \cdot 10^6$	кДж

3.3.4.ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ПОСТРАДАВШИХ ПРИ МГНОВЕННОМ РАЗРУШЕНИИ АВТОЦИСТЕРНЫ С СУГ

1. Определим режим взрывного превращения облака ТВС.

По таблице А.1 прил. А. определяем класс пространства окружающего место аварии - 3 класс.

По таблице А.2 прил. А. определяем класс взрывоопасного вещества – 2 класс. По таблице А.3. прил. А. определяем вероятный режим взрывного превращения - 3 режим.

2. Определим радиусы зон разрушений

Масса смеси пропан-бутан составляет $m=17 \text{ т}$.

По таблице А.4. прил. А. определяем вспомогательные коэффициенты (a) для различных степеней разрушений зданий.

Радиусы зон разрушений определяются по формуле

$$R_i = 10^{(0,32 \lg M + a)} = 10^{R'}, \quad (3.13)$$

где R_i - радиус зоны разрушения (полной, сильной, средней, слабой), м;

M – масса топлива, участвующая в реакции, т;

a – вспомогательный коэффициент;

R' - условный радиус зоны разрушения.

$$R_{1\text{пром}} = 10^{(0,32 \lg M + a)} = 10^{(0,32 \lg 17 + 1,58)} = 93 \text{ м}$$

$$R_{1\text{адм}} = 10^{(0,32 \lg M + a)} = 10^{(0,32 \lg 17 + 1,67)} = 115 \text{ м}$$

$$R_{2\text{пром}} = 10^{(0,32 \lg M + a)} = 10^{(0,32 \lg 17 + 1,82)} = 162 \text{ м}$$

$$R_{2\text{адм}} = 10^{(0,32 \lg M + a)} = 10^{(0,32 \lg 17 + 1,92)} = 204 \text{ м}$$

$$R_{3\text{пром}} = 10^{(0,32 \lg M + a)} = 10^{(0,32 \lg 17 + 2,02)} = 257 \text{ м}$$

$$R_{3\text{адм}} = 10^{(0,32 \lg M + a)} = 10^{(0,32 \lg 17 + 2,27)} = 457 \text{ м}$$

$$R_{4\text{пром}} = 10^{(0,32 \lg M + a)} = 10^{(0,32 \lg 17 + 2,32)} = 512 \text{ м}$$

$$R_{4\text{адм}} = 10^{(0,32 \lg M + a)} = 10^{(0,32 \lg 17 + 2,62)} = 1023 \text{ м}$$

Таблица 3.5 – размеры зон полных, сильных, средних и слабых разрушений для промышленных и административных зданий

Тип здания	Степень разрушения и радиус зон, м.			
	Полные(1)	Сильные(2)	Средние(3)	Слабые(4)
Промышленные	93	162	257	512
Административные	115	204	457	1023

Так как здание операторной находится в 15 метрах от резервуара, то оно получит полную ступень разрушения. Административное здание получит сильную степень разрушения.

3. Радиусы зон поражения людей определяются с помощью вспомогательного коэффициента (a) из табл. А.5. прил. А., аналогично, как для определения радиусов зон разрушения.

Найдем число пострадавших людей в 6-ой зоне ($P'_m = 99 \%$).

Радиус зоны, в которой погибнет 99 % людей составляет $R_{6м} = 63$ м.

$$R_6 = 10^{(0,32 \lg M + a)} = 10^{(0,32 \lg 17 + 1,41)} = 63$$

Площадь зоны:

$$S_6 = \pi \times R_6^2, \quad (3.14)$$

$$S_6 = 3,14 \times 63^2 = 12463 \text{ м}^2.$$

Число погибших в шестой зоне рассчитывается по формуле:

$$N_6 = S_6 \times \rho_{om} \times P_{6,м}, \quad (3.15)$$

где ρ_{om} - плотность персонала на открытой местности.

$$N_6 = 12463 \times 0,0003 \times 0,99 = 3,75 \approx 4 \text{ чел.}$$

Площадь зоны, в которой погибнет от 90 % до 99 % людей (в среднем 95%)

$$S_5 = S_5' - S_6, \quad (3.16)$$

где S_5' - суммарная площадь 5 и 6 зоны.

$$R_5 = 10^{(0,32 \lg M + a)} = 10^{(0,32 \lg 17 + 1,1,45)} = 69$$

Радиус границы пятой зоны $R_5 = 69\text{м}$, тогда

$$S_5 = 3,14 \times 69^2 - 3,14 \times 63^2 = 2486 \text{ м}^2.$$

Число пострадавших в пятой зоне

$$N_5 = 2486 \times 0,0003 \times 0,95 = 0,98 \approx 1 \text{ чел.}$$

Число пострадавших людей в остальных зонах не определяем, так как их не будет.

Общее число погибших людей от воздушной ударной волны составит 5 человек.

4. Определим число погибших людей, находящихся в административных зданиях.

Административное здание попало в зону сильных разрушений, в остальных зонах зданий нет. Количество людей, находящихся в административном здании

$$N_{4,жс} = S_{жс} \times \rho_{жс}, \quad (3.17)$$

$$N_{4ж} = 100 \times 0,4 = 40 \text{ чел.}$$

где $S_{ж}$ - площадь административного здания, м^2 ; $\rho_{ж}$ - плотность персонала административном здании.

Вероятность выживания людей в зоне сильных разрушений в административных зданиях $P_{4ж} = 98\%$.

Число пострадавших людей в зданиях равно

$$N_3 = N_{4ж} \times (1 - P_{4ж}), \quad (3.18)$$

$$N_3 = 40 \times (1 - 0,98) = 0,8 \approx 1 \text{ чел.}$$

Число погибших от воздушной ударной волны в административном здание 1 человек.

5. Определим число людей, пораженных тепловым воздействием.

Параметры огненного шара: радиус огненного шара и время существования огненного шара посчитаны в разделе 3.3.1. Тепловой поток на поверхности огненного шара (Q_0) составит 180 кВт/м^2 .

Площадь, покрываемая огненным шаром

$$S_{ош} = 3,14 \times R_{ош}^2, \quad (3.19)$$

$$S_{ош} = 3,14 \times 128,8^2 = 52090 \text{ м}^2.$$

Считаем, что вероятность гибели человека на площади, покрываемой огненным шаром равна 100 %. Тогда:

Число погибших рассчитывается по формуле:

$$N_{ош} = S_{ош} \times \rho_{ош}, \quad (3.20)$$

$$N_{ош} = 52090 \times 0,0003 = 5.$$

Число погибших людей, находящихся в зоне, где вероятность их гибели составляет более 95 %.

По графику на рисунке 3.4. определяем, что такой вероятности соответствует индекс дозы теплового излучения (J) $3,7 \cdot 10^3 \text{ кВт/м}^2$. Для пропан-бутан $Q_0 = 180 \text{ кВт/м}^2$

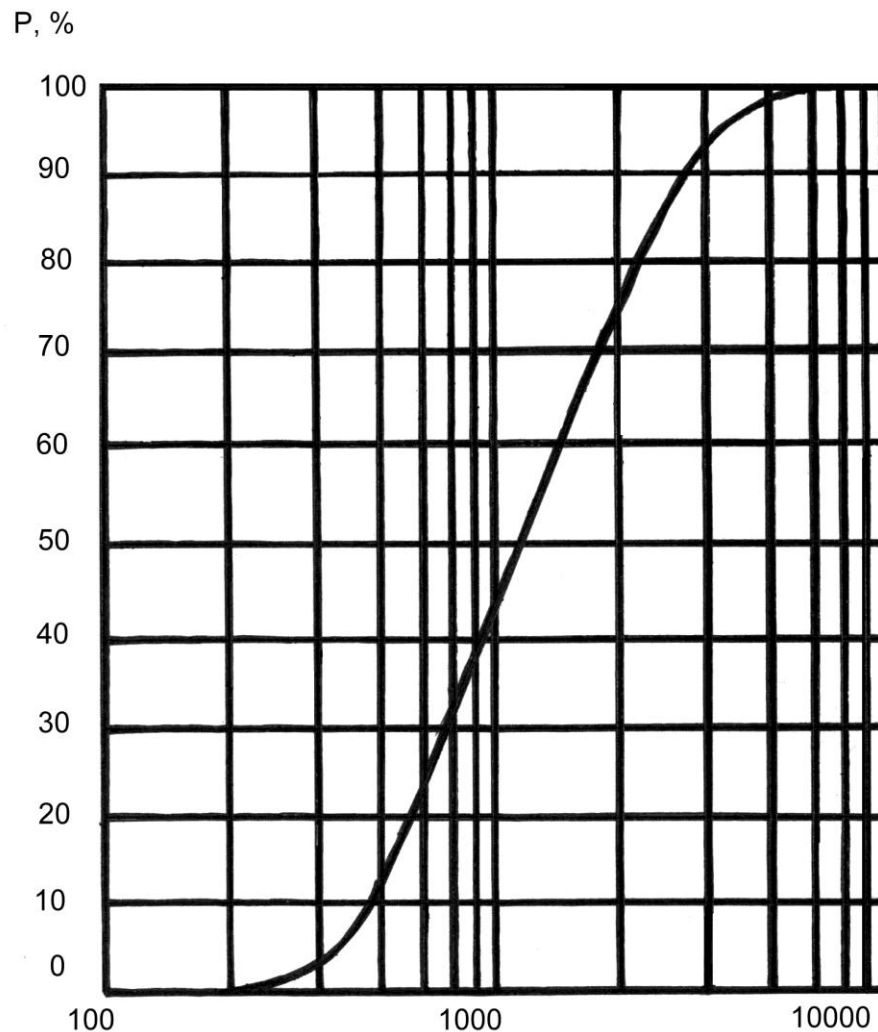


Рис. 3.4. Вероятность (P) поражения людей в зависимости от дозы теплового излучения.

Радиус зоны, где наблюдается данный тепловой индекс, равен:

$$X_{95} = R_{ош} \times Q_0^{0,5} \times (t / J)^{3/8}, \quad (3.21)$$

$$X_{95} = 128,8 \times 180^{0,5} \times (17,6 / 3700)^{3/8} = 231 м.$$

Площадь зоны, где вероятность гибели людей более 95 %

$$S_{95} = 3,14 \times (231^2 - 128,8^2) = 115464 м^2.$$

Число пострадавших в данной зоне

$$N_{95} = S_{95} \times P_{97,5} \times \rho_{ом}, \quad (3.22)$$

$$N_{95} = 115464 \times 0,975 \times 0,0003 = 33 чел.$$

Остальные зоны не рассчитываются, так как там не находятся здания.

6. Общее количество людей, погибших на АГЗС в результате аварии

Количество пострадавших в зонах совместного действия воздушной ударной силы и теплового излучения определяется на основе сложения вероятности гибели людей от двух поражающих факторов.

Количество погибших людей на площади, покрываемой огненным шаром и в зоне гибели людей от ударной волны с вероятностью 0,99.

Количество погибших людей на площади, покрываемой огненным шаром и в зоне гибели людей от ударной волны с вероятностью 0,99.

В данной зоне ограниченной окружностью с радиусом 130 м погибнет 100 % персонала, т.е. 5 человек.

Количество погибших людей в 5-ой зоне действия ударной волны и в зоне теплового потока, где вероятность гибели составляет 97,5 % определяется из выражения

$$N_{5,95} = S_5 \times \rho_{ом} \times (P_{95} + P_{97,5} - P_{95} \times P_{97,5}), \quad (3.23)$$

$$N_{5,95} = 115464 \times 0,0003 \times (0,95 + 0,975 - 0,95 \times 0,975) = 33,8 \approx 34 \text{ чел.}$$

Общее количество погибших в результате аварии на АГЗС составляет:

$$N_{общ} = 34 + 5 = 39 \text{ чел.}$$

3.3.5. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ НА АГЗС

Экономический ущерб

Для предприятия ущерб, причиненный конструкциям, оборудованию и другим основным производственным фондам, определяется по остаточной стоимости, согласно данным бухгалтерского учета, за вычетом стоимости износа, с учетом степени повреждения [29].

Оценочная стоимость основных фондов определяется по формуле:

$$C_{оцен} = C_m - Z_{\%} \times C_m, \quad (3.24)$$

Где,

C_m – Стоимость ОФ;

$Z_{\%}$ – процент износа ОФ.

Процент износа оборудования определяется по формуле:

$$Z_{\%} = \left(\frac{\text{ЭВ}}{\text{ТС}} \right) \times 100, \quad (3.25)$$

Где,

ЭВ – фактический возраст ОФ;

ТС – нормативный срок функционирования ОФ.

Остаточная стоимость ОФ определяется по формуле:

$$C_{\text{ост}} = C_{\text{оцен}} - (C_{\text{оцен}} \times k), \quad (3.26)$$

Где, k – степень разрушения ОФ, %.

Таблица 3.11 – общий экономический ущерб ОФ при возникновении чрезвычайной ситуации

Наименование ОФ	Стоимость ОФ, тыс. руб.	Возраст ОФ, лет	Нормативный срок функционирования ОФ, лет	Степень износа, %	Степень разрушения, %	Оценочная стоимость, тыс.руб.	Остаточная стоимость, тыс.руб.	Ущерб ОФ, тыс. руб
ГРК	120	5	15	30	100	84	0	84
Навес ГРК	15	5	25	20	80	12	2,4	9,6
Насосное оборудование	300	5	15	30	80	210	42	168
Сооружение операторной	25	5	15	30	100	17,5	0	17,5
Ограждения	8	5	25	20	30	6,4	4,5	1,9
ИТОГ						329,9	48,9	281

1) Производим расчет остаточной стоимости газораздаточной колонки:

$$C_{\text{оцен}} = C_m - Z_{\%} \times C_m = 120000 - 30\% \times 120000 = 84000 \text{ руб.}$$

$$Z_{\%} = \left(\frac{\text{ЭВ}}{\text{ТС}} \right) \times 100 = \left(\frac{5}{15} \right) \times 100 = 30\%$$

$$C_{\text{ост}} = C_{\text{оцен}} - (C_{\text{оцен}} \times k) = 84000 - 84000 \times 100\% = 0 \text{ руб.}$$

2) Производим расчет остаточной стоимости навеса раздаточной колонки:

$$C_{\text{оцен}} = C_m - Z_{\%} \times C_m = 15000 - 20\% \times 15000 = 12000 \text{ руб.}$$

$$Z_{\%} = \left(\frac{\text{ЭВ}}{\text{ТС}} \right) \times 100 = \left(\frac{5}{25} \right) \times 100 = 20\%$$

$$C_{\text{ост}} = C_{\text{оцен}} - (C_{\text{оцен}} \times k) = 12000 - 12000 \times 80\% = 2400 \text{ руб.}$$

3) Производим расчет остаточной стоимости насосного оборудования:

$$C_{\text{оцен}} = C_m - Z_{\%} \times C_m = 300000 - 30\% \times 300000 = 210000 \text{ руб.}$$

$$Z_{\%} = \left(\frac{\text{ЭВ}}{\text{ТС}} \right) \times 100 = \left(\frac{5}{15} \right) \times 100 = 30\%$$

$$C_{\text{ост}} = C_{\text{оцен}} - (C_{\text{оцен}} \times k) = 210000 - 210000 \times 80\% = 42000 \text{ руб.}$$

4) Производим расчет остаточной стоимости сооружения операторной:

$$C_{\text{оцен}} = C_m - Z_{\%} \times C_m = 25000 - 30\% \times 25000 = 17500 \text{ руб.}$$

$$Z_{\%} = \left(\frac{\text{ЭВ}}{\text{ТС}} \right) \times 100 = \left(\frac{5}{15} \right) \times 100 = 30\%$$

$$C_{\text{ост}} = C_{\text{оцен}} - (C_{\text{оцен}} \times k) = 17500 - 17500 \times 100\% = 0 \text{ руб.}$$

5) Производим расчет остаточной стоимости ограждений:

$$C_{\text{оцен}} = C_m - Z_{\%} \times C_m = 8000 - 20\% \times 8000 = 6400 \text{ руб.}$$

$$Z_{\%} = \left(\frac{\text{ЭВ}}{\text{ТС}} \right) \times 100 = \left(\frac{5}{25} \right) \times 100 = 20\%$$

$$C_{\text{ост}} = C_{\text{оцен}} - (C_{\text{оцен}} \times k) = 6400 - 6400 \times 30\% = 4500 \text{ руб.}$$

Ущерб от потери сырья определяется по формуле:

$$Y_{\text{п.с.}} = m \times C_{\text{суг}}, (4)$$

Где,

m – масса выброшенного сжиженного углеводородного газа, т (Согласно главе 3);

$C_{\text{суг}}$ – стоимость 1 тонны сжиженного углеводородного газа.

Производим расчет стоимости потерянного сырья:

$$Y_{\text{п.с.}} = m \times C_{\text{суг}} = 17 \times 25000 = 425000$$

Производим расчет общего экономического ущерба:

$$C_{\text{эконом}} = 281000 + 425000 = 706000 \text{ руб.}$$

Ущерб, нанесенный сооружениям, оборудованию и основным производственным фондам в результате возникновения ЧС, составляет 706000 рублей.

Определение величины экологического ущерба

Степень загрязнения атмосферы, вследствие выброса сжиженного углеводородного газа определяется массой летучих углеводородов.

Расчет ущерба окружающей среде от выбросов СУГ в атмосферу определяется по формуле:

$$Y_{oc} = 5 \times K_{и} \times C_a \times m, \quad (3.27)$$

Где,

Y_{oc} рассчитывается как плата за сверхлимитный выброс загрязняющих веществ с применением повышающего коэффициента 5.

$K_{и}$ – коэффициент индексации платы за загрязнение окружающей среды в пределах установленного лимита, составляет 100.

C_a – ставка платы за выброс 1 тонны углеводородов в атмосферу, руб/т;

m – масса, выброшенных углеводородов в атмосферу.

Ставка платы за выброс углеводородов в окружающую среду определяется по формуле:

$$C_a = H_6 \times K_э, \quad (3.28)$$

Где,

H_6 – базовый норматив платы за выброс 1 тонны углеводородов в атмосферу в пределах установленного лимита, составляет 100 руб/т;

$K_э$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферы в отдельном регионе. Для Западно-Сибирского района он составляет 1,2.

Производим расчет ущерба окружающей среде от выбросов СУГ в атмосферу:

$$C_a = H_6 \times K_э = 100 \times 1,2 = 120 \text{ руб/т};$$

$$Y_{oc} = 5 \times K_{и} \times C_a \times m = 5 \times 100 \times 120 \times 17 = 1020000 \text{ руб.}$$

Компенсационные выплаты за нанесенный ущерб окружающей среде от выбросов сжиженного углеводородного газа, составляют 1020000 рублей.

Общий экологический и экономический ущерб в результате возникновения чрезвычайной ситуации на АГЗС составляет:

$$Y_{\text{общ}} = 706000 + 1020000 = 1726000 \text{ рублей}$$

3.4. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКОВ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ

Цель данного раздела заключается в разработке технических мероприятий для предупреждения возникновения аварийных ситуаций на АГЗС.

3.4.1. ПРЕВЕНТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ПРОВОДИМЫЕ НА АВТОМОБИЛЬНОЙ ГАЗОЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИИ «GASPRO»

На АГЗС «GASPRO» в г. Северске присутствуют свои превентивные мероприятия по предупреждению аварийных ситуаций, в которые входят:

- Контроль за соблюдением правил пожарной безопасности;
- Контроль за соблюдением правил пром. безопасности;
- Проводятся тренировки по эвакуации сотрудников;
- Проверка исправности систем связи и оповещения;
- Проверка исправности систем предупреждения об аварийной ситуации;
- Заключение контрактов со спасательными службами.
- Осмотр всего оборудования на исправность и пригодность к эксплуатации.

Когда представленных мероприятий не достаточно и возникает чрезвычайная ситуация, то в срочном порядке выполняются АСДНР.

3.4.2. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ВНЕДРЕНИЮ МЕРОПРИЯТИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА УМЕНЬШЕНИЕ РИСКА НА АГЗС

Для безопасной эксплуатации АГЗС нужно проводить мероприятия, такие как:

- Внедрить датчики газовой смеси в резервуарах;
- Применение двустенных резервуаров для хранения сжиженного углеводородного газа;
- Оборудовать резервуар дренажной системой водяного орошения;
- Оборудовать ограждением площадку для передвижного резервуара, которое ограничит проход для посторонних лиц.

Переполнение или превышение давления в резервуаре с СУГ приведет к чрезвычайной ситуации на автомобильной газозаправочной станции. Внедрение датчиков газовой смеси в резервуарах позволит осуществлять контроль за параметрами газовой смеси в резервуаре с сжиженным углеводородным газом. Данные датчики измеряют такие параметры газовой смеси, как:

- Уровень объема;
- Температуру;
- Плотность;
- Давление в резервуаре;
- Массу.

Использование таких датчиков позволит увеличить уровень пожарной и экологической безопасности, а так же наладит процесс учета сжиженного углеводородного газа на автомобильной газозаправочной станции.

Применение двустенных резервуаров повысит уровень пожарной безопасности автогазозаправочных станций.

Дренажная система водяного орошения позволит вовремя предотвратить пожар или снизить его последствия. Система охлаждения

должна включаться от датчиков пожарной сигнализации и от пульта управления пожарными насосами.

Огражденная площадка так же должна быть оборудована системой отсоса паров сжиженного углеводородного газа, с помощью которой через сбросную трубу осуществляется выброс газовоздушной среды. Это позволит снизить риск возникновения аварийной ситуации из-за минимального скопления паров сжиженного углеводородного газа.

При работе на автомобильной газозаправочной станции нужно соблюдать правила, в соответствие с требованиями на эксплуатацию АГЗС. В них отражены:

- Безопасные условия труда;
- Временное разделение на труд и отдых сотрудников;
- Правильная эксплуатация оборудования, его пуск и отключение;
- Действия персонала при возникновении аварийной ситуации.

Все технологическое оборудование, которое присутствует на АГЗС должно осматриваться сотрудниками каждый день для обнаружения неисправностей и их своевременного устранения. Также ежемесячно должен проводится осмотр арматуры для выявления неисправностей и утечек газа с последующим их устранением.

Оборудование должно быть введено в работу только после того, как оно пройдет проверку комиссии в соответствие со СНиП и другой технической документацией с оформлением соответствующих актов, после получения разрешения о вводе в эксплуатацию.

Рукава, используемые при заправке автотранспорта или при перекачке сжиженного углеводородного газа из одного резервуара в другой, должны быть без трещин, надрезов, грыж и обшарпанности. Если на рукавах виден хоть один из этих недостатков, то их необходимо заменить. 1 раз в 3 месяца проводится проверка рукавов на прочность давлением. Вода пропускаемая через рукава

подается с давлением равным 1,25 от рабочего. На каждый рукав обязана наноситься отметка с датой проведения испытания и последующего испытания.

Для безопасной эксплуатации резервуаров проводят замеры образовавшейся коррозии и ультразвуковую диагностику для обнаружения трещин в швах сварки и дальнейшее их устранение. В зависимости от результатов предшествующей проверки состояния целостности резервуаров, сроки их повторной проверки могут быть от 1 года до 3 лет.

Чтобы обеспечить надежность и безопасную эксплуатацию АГЗС следует вовремя производить работы по ремонту оборудования, а также соблюдать нормы и правила эксплуатации, выполнять свои должностные обязанности. Службы по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций должны быть всегда в постоянной готовности.

По-прежнему важно более внимательно относиться сотрудникам к клиентам АГЗС, чтобы они сами ничего не делали, так как они не знают правила эксплуатации оборудования. Для владельца автомобильной газозаправочной станции, не стоит забывать о страховании имущества АГЗС, а также ее сотрудников, что позволит избежать существенных финансовых затрат в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Социальная ответственность – умение специалиста вести профессиональную деятельность в рамках подготовки с учетом социальных, правовых, экологических и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, нести социальную ответственность за принимаемые решения.

В этом разделе бакалаврской работы будут рассмотрены вредные и опасные факторы на сотрудников АГЗС.

Объектом исследования является АГЗС «GASPRO», расположенная по адресу г. Северск, ул. Автодорога 1/6.

Площадь помещения, в которой работает 2 сотрудника, составляет 20 м², одно пластиковое окно из ПВХ, лампа накаливания. Работа осуществляется в основном в сидячем положении, с периодическим выходом для заправки автомобилей. Сотрудники сталкиваются с воздействием физических опасных и вредных факторов, таких как, отсутствие или недостаток естественного света в помещении, недостаточная освещенность рабочей зоны в ночное время суток, неудовлетворительные микроклиматические параметры, загазованность и запыленность воздуха в рабочей зоне. Так же присутствуют и психофизиологические факторы, такие как – умственное, зрительное и слуховое перенапряжение, монотонность труда, эмоциональные перегрузки.

Воздействие этих факторов снижает работоспособность, вызывает утомление, раздражение, недомогание.

4.1. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Правовой основой законодательства в сфере обеспечения безопасности жизнедеятельности является Конституция

Правовую основу обеспечения безопасности жизнедеятельности составляют соответствующие законы и постановления, подзаконные акты, принятые органами Российской Федерации и входящих в нее республик.

Правовой основой обеспечения государственной безопасности является целый ряд федеральных законов. Обеспечение экологической безопасности на территории РФ, формирование и укрепление экологического правопорядка основаны на Федеральном законе 1992 г. «Об окружающей природной среде» в комплексе с мерами организационного, правового, экономического и воспитательного характера.

Правовые нормы безопасности при осуществлении работы прописаны в представленных ниже документах:

- ✓ СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
- ✓ ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность. Общие требования;
- ✓ ГОСТ 12.1.033-81 Пожарная безопасность. Термины и определения;
- ✓ ГОСТ 30403-2012 Конструкции строительные. Метод испытаний на пожарную опасность;
- ✓ СанПиН 2.2.4.33.59-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»;
- ✓ ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация;
- ✓ СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;

- ✓ НПБ 111-98* «Автозаправочные станции. Требования пожарной безопасности»;
- ✓ ГН 2.2.5.685-98 предельно-допустимые концентрации(ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
- ✓ СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*;
- ✓ ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
- ✓ СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003

4.2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Перечень опасных и вредных факторов-представлены в таблице.

Таблица 4.1 – возможные опасные и вредные факторы

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Анализ ОВПФ при эксплуатации АГЗС		Поражение электрическим током	ГОСТ 12.1.045–84
	Недостаточная освещенность рабочей зоны		СП 52.13330.2016
	Неудовлетворительный микроклимат		СанПиН 2.2.4.548-96
	Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу		ГОСТ 12.1.007-76
	Повышенный уровень шума		СН 2.2.4/2.1.8.562-96
		Движущиеся машины и механизмы	ГОСТ 12.0.003-2015
	Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны		ГОСТ 12.1.005-88

4.2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов

Недостаточная освещенность рабочей зоны

В процессе производственных операций или отдыха сотрудники АГЗС могут подвергаться воздействию слабой освещенности рабочей зоны.

Согласно ГОСТ 12.0.003 – 2015 недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным фактором, который может вызвать слепоту, привести к быстрому утомлению и снижению работоспособности.

Требования к светотехническим средствам продиктованы СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[17].

Для производственных помещений процент КЕО:

- используется комбинированное освещение – 0,48%;
- используется только естественное освещение – 0,8%.

Таблица 4.2 – Рекомендуемые световые отдачи световых приборов для общего освещения помещений, освещения мест производства вне зданий

Тип источника света	Световая отдача световых приборов, лм/Вт, не менее, при минимально допустимых индексах цветопередачи R_a			
	$R_a \geq 80$	$R_a \geq 80$	$R_a \geq 80$	$R_a \geq 80$
Световые приборы для общего освещения помещений				
Световые приборы со светодиодными источниками света и светодиодными модулями	90	100	-	-
Световые приборы с люминесцентными источниками света	50	40	-	-
Световые приборы с металлогалогенными источниками света	55	50	-	-
Световые приборы с натриевыми лампами высокого давления	-	50	60	-

Продолжение таблицы 4.2.

Световые приборы для освещения мест производства работ вне зданий				
Световые приборы со светодиодными источниками света и светодиодными модулями	90	100	-	-
Световые приборы с люминесцентными источниками света	-	-	50	50
Световые приборы с металлогалогенными источниками света	-	-	50	50
Световые приборы с натриевыми лампами высокого давления	40	50	-	-

К средствам нормализации освещенности производственных помещений рабочих мест относятся: источники света, осветительные приборы, световые проемы, светозащитные устройства, светофильтры, защитные очки.

Минимальная освещенность на рабочих местах не должна отличаться от нормируемой средней освещенности в помещении более чем на 10%. Нормируемые характеристики освещения в помещениях и вне зданий обеспечиваются как светильниками рабочего освещения, так и их совместным действием со светильниками аварийного освещения.

Неудовлетворительный микроклимат

В процессе производственных операций сотрудники АГЗС могут подвергаться воздействию климатических условий на рабочем месте. Поэтому у них присутствует производственное помещение для отдыха с оптимальными климатическими условиями.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают

предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Микроклимат на рабочем месте рабочих АГЗС регламентируется в соответствии СанПиН 2.2.4.548-96[23].

Таблица 4.3 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений на АГЗС

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха
Холодный	IIб (233-290)	17-19	40-60	0,2
	III (более 290)	16-18	40-60	0,3
Теплый	IIб (233-290)	19-21	40-60	0,2
	III (более 290)	18-20	40-60	0,3

В роли средств индивидуальной защиты выступает спецодежда с высокими теплозащитными свойствами, воздухонепроницаемостью и др.

Для коллективной защиты применяется сокращение времени пребывания персонала в зоне воздействия вредных факторов, доставка к месту работы и с работы должна осуществляться в утепленном транспорте. Для периодического обогрева и отдыха работников предусматриваются специально оборудованные помещения. Расстояние от рабочего места до помещения для обогрева должно быть не более 150 м для открытых территорий.

Повышенный уровень шума

На АГЗС источниками шума являются: проезжающие машины, работа заправочной колонки, перекачка сжиженного углеводородного газа из одного резервуара в другой. Повышенный уровень шума на рабочем месте оказывает вредное влияние на организм работника в целом, вызывая неблагоприятные

изменения в его органах и системах. Длительное воздействие такого шума способно привести к развитию у работника потери слуха, увеличению риска артериальной гипертензии, болезней сердечно-сосудистой, нервной системы и др.

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест служебных помещений, является ГОСТ 12.1.003-2014 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности»[24]. Эквивалентный уровень шума не должен превышать 80 дБА.

Таблица 4.4 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	Тяжелый труд 1 степени	Тяжелый труд 2 степени	Тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

На работодателе лежит основная ответственность за обеспечение безопасности при воздействии шума на работников. В первую очередь, он должен обеспечить посредством принятия соответствующих мер соблюдение гигиенических нормативов и снижение риска, связанного с воздействием шума на работников. Эти меры могут включать в себя, в частности:

- оценку риска потери слуха работником;
- проектирование рабочих мест с учетом допустимого уровня риска;
- использование малошумных машин;
- использование материалов и конструкций, препятствующих распространению шума

- оптимальное размещение шумных машин, позволяющее минимизировать воздействие шума на рабочем месте;
- создание условий труда, при которых вредное воздействие шума не усугубляется наличием других неблагоприятных факторов;
- привлечение к работам лиц, не имеющих медицинских противопоказаний по шуму, и обеспечение прохождения ими регулярных медицинских обследований с применением средств аудиометрии;
- обучение работников правильному применению машин, уменьшающему риск появления у них профессиональной тугоухости;
- организацию профилактических мероприятий, ослабляющих неблагоприятное воздействие шума;
- составление комплексных программ сохранения слуха работников.

Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу

На АГЗС при заправке автомобиля или перекачки СУГ из одного резервуара в другой сотрудник, в случае повреждения оборудования или разгерметизации сосуда может столкнуться со следующим вредным веществом – смесь пропан-бутан (4 класс опасности). ПДК в воздухе рабочей зоны 300 мг/м³. ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны АГЗС описаны в ГН 2.2.5.685-98[22].

Сотрудники обязаны соблюдать меры предосторожности, а также использовать средства индивидуальной защиты: спец. одежда, очки, перчатки, респиратор для защиты органов дыхания.

Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны

Пока осуществляется заправка автотранспорта сотрудники могут подвергаться воздействию паров пропан-бутан, источником которых являются: износ заправочного рукава или нарушение герметичности резервуара с газом.

Для контроля уровня загазованности используют прибор – газоанализатор. Количество вредных примесей в воздухе рабочей зоны не должны превышать ПДК описанных в ГОСТ 12.0.003-2015 [25]. ПДК в воздухе рабочей зоны 300 мг/м³.

На АГЗС рекомендуется применять средства индивидуальной защиты такие как: противогазы, респираторы, защитные маски и очки

Поражение электрическим током

На АГЗС используется осветительная и силовая сеть с напряжением 220 В, которая является источником освещения бытовых, складских, конторских и промышленных объектов.

Электротравмы возникают при контакте с токоведущими частями (случайное прикосновение к одной или двум фазам), при пробое электроизоляции и появлении напряжения на нетоковедущих металлоконструкциях, при попадании в поле растекания тока в земле около упавших проводов или около заземлителей (поражение шаговым напряжением)

В соответствие с ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ существуют предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов установленных для путей тока от одной руки к другой и от руки к ногам[26].

Таблица 4.5 – Максимальные напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки

Род тока	U, В	I, мА
	Не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменные, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Средства индивидуальной защиты рабочего персонала от поражения электрическим током:

- обеспечение недоступности токоведущих частей (кожухи, камеры), монтаж заземления;

- индивидуальные средства защиты (резиновые перчатки, резиновые сапоги)

Движущиеся машины и механизмы

На АГЗС во время перекачки сжиженного углеводородного газа из одного резервуара в другой, используются компрессорная станция. При соприкосновении с движущимися частями оборудования возможно травмирование конечностей.

Движущиеся части оборудования являются потенциальным источником опасности, они должны быть оборудованы так, чтобы возможность соприкосновения с ними были минимальна.

Организационные меры по устранению возможных механических травм:

- Изучение правил правильной эксплуатации оборудования
- Присутствие знаков безопасности и сигнальные цвета
- Специальные сигналы, предупреждающие о запуске оборудования

Технические меры по устранению возможных механических травм:

- Использование ограждений
- Проверка пусковых и тормозных устройств
- Своевременное устранение изъянов оборудования

4.3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Влияние выбросов пропан-бутана на литосферу, атмосферу и гидросферу оказывает губительное воздействие на окружающую среду.

Атмосферный воздух в районе АГЗС загрязняется в основном вредными веществами как пропан-бутан, содержащимися в резервуарах для заправки автотранспорта.

Для уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и соблюдения санитарных норм на данной территории предусматриваются мероприятия:

- Полная герметизация технологического оборудования

- Регулярная проверка оборудования на выявление утечек
- При опустошении резервуара производится удаление конденсата, скопившегося на дне
- Заполнение резервуаров осуществляется до 85% от всего объема
- Прохождение периодических освидетельствований на резервуары

На гидросферу никакого влияния не оказывается, так как поблизости нет одного водоема, реки или озера.

На литосферу загрязняющие вещества оказывают серьезную угрозу, так как углеводородные загрязнители – это стойкие химические соединения, оказывающие губительное влияние на растительный покров вокруг АГЗС.

С целью предотвращения загрязнений почв предусматриваются, ниже приведенные мероприятия:

- Планомерно проводить биологическую рекультивацию нарушенных земель посевом
- Хранение пропан-бутан осуществляется в герметизированных резервуарах, установленных на бетонированных площадках.

4.4. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

На АГЗС вероятны аварии, способствующие к появлению чрезвычайной ситуации, такие как – отключение электроэнергии, неисправность оборудования, разгерметизация заправочного рукава или резервуара с пропан-бутан. В следствие чего может произойти утечка сжиженных углеводородных газов, повышение давление в резервуаре с СУГ приводящее к взрыву резервуара.

Существует ряд превентивных мероприятий, направленных на предупреждение чрезвычайных ситуаций:

- Соблюдать контроль на объекте за выполнением правил противопожарной безопасности;

- Осуществляется контроль за соблюдением промышленной безопасности;
- Создаются резервы финансовых средств и материально-технических ресурсов для локализации и ликвидации чрезвычайной ситуации;
- Поддерживаются в исправном состоянии системы связи и оповещения;
- Заключаются договора на случай возникновения ЧС с аварийно-спасательными службами;
- Производится планирование проведения эвакуаций сотрудников;

В тех случаях, когда представленных мер по предупреждению ЧС недостаточно и происходит авария, приводящая к чрезвычайной ситуации, необходима правильная организация АСДНР и эффективность ее действий.

4.5. ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ НА АГЗС

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага. Под пожарной безопасностью понимается состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей[27].

Возникновение пожара на рассматриваемой АГЗС обуславливается следующими факторами:

- нарушенная изоляция электрических проводов;
- несоблюдение правил пожарной безопасности;
- наличие горючих компонентов.

Ответственность за обеспечение пожарной безопасности автомобильной газозаправочной станции лежит на ее руководителе. Он должен:

- а) организовать круглосуточную охрану автомобильной газозаправочной станции;

б) обеспечить изучение и выполнение правил пожарной безопасности всеми работниками автомобильной газозаправочной станции;

в) своевременно следить за наличием и исправностью технических средств тушения пожаров.

- Автомобильная газозаправочная станция оснащается:
- Огнетушитель химически-воздушно-пенный – 2 шт;
- Ящик с песком объемом 0,5 м³ – 2 шт;
- Лопата – 2 шт;
- Асбестовое полотно(1х2 м) – 2 шт.

Первичные средства пожаротушения и их количество принимаются в соответствии с требованиями:

- «правил безопасности при эксплуатации газового хозяйства автомобильных заправочных станций сжиженного газа»;
- «Правил пожарной безопасности в Российской Федерации»
- «НПБ 111-98* Автозаправочные станции. Требования пожарной безопасности»

Огнетушители не допускаются к использованию, если:

- Они не опломбированы и не имеют исправный раструб;
- Их нельзя осмотреть в соответствии с требованиями «паспорта» на огнетушители;

Требования к ящикам с песком:

- должно быть 2 металлические лопаты;
- необходимо плотно закрывать крышкой;
- обязана быть надпись – «песок на случай пожара».
- каждый день должен осматриваться.

В помещении, где располагаются сотрудники, обязаны быть инструкции о действиях сотрудников при пожаре и способах оповещения аварийных служб.

На АГЗС присутствует аварийная вентиляция. Она автоматически включается при увеличении концентрации сжиженных углеводородных газов, также включается световая сигнализация, направленная на сотрудников, с целью выполнения ими первичных действий по ликвидации пожара.

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Суть бакалаврской работы по теме: «Разработка мероприятий по предупреждению возникновения чрезвычайной ситуации на автомобильной газозаправочной станции» заключается в изучении территориального риска аварий, взрывов или пожаров на АГЗС, относящейся к одной из категорий опасных производственных объектов – АГЗС в городе Северск. Для этого в бакалаврской работе проводится расчёт риска аварий и взрывов на объекте, дерево событий, которые могут привести в чрезвычайной ситуации на объекте исследования. Рассмотрение комплекса мероприятий по обеспечению безопасности при чрезвычайных ситуациях на АГЗС.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является выявление территориальных рисков и разработка мероприятий, отвечающие современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

5.1. ОЦЕНКА КОММЕРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОЗИЦИИ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

В данной выпускной квалификационной работе исследуется оценка рисков чрезвычайных ситуаций при эксплуатации АГЗС. В работе использовался вероятностный метод оценки рисков. Так как потенциальными потребителями результатов исследования являются НИ ТПУ, МЧС России по Томской области и владельцы АГЗС, проведем сегментирование рынка услуги организации для оценки рисков и принятия соответствующих мер, по критериям: виды организаций – масштаб организаций.

Таблица 5.1 – сегментирование рынка услуги организаций

Масштаб организаций	Виды организаций		
	МЧС России	НИ ТПУ	Владельцы АГЗС
малый			
средний			
крупный			

Как видно из карты сегментирования, спрос присутствует во всех организациях. Это обусловлено тем, что оценка рисков является наиболее эффективным превентивным мероприятием. При оценке рисков учитываются не только неблагоприятные события и несчастные случаи, произошедшие ранее, но и опасности, пока не вызвавшие неблагоприятных последствий.

5.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Сравним вероятностный метод с другими методами конкурентных решений. Для анализа альтернативных методов оценки рисков была выбрана

оценочная карта. Разработка, которая набрала наибольшее большое количество баллов, считается наиболее конкурентоспособной на рынке.

Для оценки конкурентных способов была выбрана шкала от 1 до 5, где:

- 1 – наиболее слабая позиция;
- 2 – ниже среднего, слабая позиция;
- 3 – средняя позиция;
- 4 – выше среднего, сильная позиция;
- 5 – наиболее сильная позиция.

В таблице 2 представлен анализ конкурентных технических решений.

B_v – вероятностный метод, B_ϕ – феноменологический метод, B_ε – экспертный метод, K_v , K_ϕ , K_ε – анализ конкурентных технических решений для оценки риска.

Таблица 5.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентноспособность		
		B_v	B_ε	B_ϕ	K_v	K_ε	K_ϕ
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Удобство в эксплуатации	0,11	5	3	2	0,55	0,33	0,22
Полнота представленных данных	0,13	5	3	3	0,65	0,39	0,39
Потребность в дополнительных исследованиях	0,16	3	2	2	0,48	0,32	0,32
Универсальность метода	0,1	3	2	2	0,3	0,2	0,2
Специальное оборудование	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
Предоставляемые возможности	0,13	5	3	4	0,65	0,39	0,52
Визуальное представление результатов	0,11	5	4	4	0,55	0,44	0,44
Экономические критерии оценки эффективности							
цена	0,08	3	3	3	0,24	0,16	0,16
Конкурентоспособность продукта	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
Итого	1	37	33	32	4,14	2,95	2,97

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i \quad (5.1)$$

где K – конкурентоспособность вида;

B_i – вес критерия (в долях единицы);

B_i – балл каждого вида транспорта (по пятибалльной шкале);

Согласно данным, представленным в таблице, можно сделать вывод, что использование вероятностного метода является наиболее эффективным и целесообразным при проведении оценки рисков ЧС при эксплуатации АГЗС. Уязвимость других методов обусловлена низким удобством применения данных методов и малыми предоставляемыми возможностями.

5.1.3. Технология QuaD

Технология QuaD (QUalityADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. По своему содержанию данный инструмент близок к методике оценки конкурентных технических решений.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1 (таблица 3).

Таблица 5.3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений(разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение(3/4)	Средневзвешенное значение(5×2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
Удобство в эксплуатации	0,11	90	100	0,9	0,099
Полнота представленных данных	0,13	65	100	0,65	0,0845
Потребность в дополнительных исследованиях	0,16	85	100	0,85	0,136
Универсальность метода	0,1	75	100	0,75	0,075
Специальное оборудование	0,08	85	100	0,85	0,068

Продолжение таблицы 5.3.

Предоставляемые возможности	0,13	75	100	0,75	0,098
Визуальное представление результатов	0,11	85	100	0,85	0,093
Показатели коммерческого потенциала разработки					
цена	0,08	85	100	0,85	0,068
Конкурентоспособность продукта	0,1	90	100	0,9	0,09
Итого	1				0,81

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{ср} = \sum B_i \cdot B_i \quad (5.2)$$

где $П_{ср}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i-го показателя.

Значение $П_{ср}$ позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя $П_{ср}$ получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

По результатам оценки качества и перспективности делается вывод об объемах инвестирования в текущую разработку и направлениях ее дальнейшего улучшения. В данной работе средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки получилось 81, что говорит о перспективности.

5.1.4. SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для того что бы найти сильные и слабые стороны, вероятностного метода и методов-конкурентов проведем SWOT–анализ.

Таблица 5.4 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Прогнозирование и выявление опасностей в широком масштабе С2. Способность охватывать различные виды газовой промышленности С3. Более низкая стоимость расчетов в сравнении с другими организациями, занимающимися оценкой риска на АГЗС С4. Потребность предприятий в проведении оценки рисков С5. Постоянная информационная насыщенность	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Невозможность предвидеть все риски Сл2. Большие временные затраты на полноценный расчет и выводов по нему Сл3. Для каждого потребителя требуется индивидуальный подход Сл4. Низкая скорость продвижения новых технологий в области оценки рисков Сл5 Недостаток финансирования на усовершенствование проекта
Возможности: В1.Создание партнерских отношений со всеми видами отраслей газовой промышленности В2. Большой потенциал усовершенствования методики оценки рисков. В3. Сокращение энергозатрат за счет реализации функциональной стратегии в области охраны труда, промышленной безопасности и экологии(HSE). В4.Появление новых АГЗС, требующих проведения оценки рисков В5. Создание новых видов методик оценки рисков		
Угрозы: У1. Падение спроса при появлении новых конкурентов У2. Невостребованность проекта в связи с истощением ресурсной базы У3.Неточность проведения оценки риска У4. Колебания цен на данное исследование У5.Снижение цен у конкурентов		

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие помогают выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 5.5 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	0
	B2	–	–	0	0	+
	B3	0	0	+	0	–
	B4	+	+	0	+	+
	B5	0	+	–	–	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие сильные стороны и возможности: B1C1C2C3C4, B4C1C2C4C5.

Таблица 5.6 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	–	–	0	–	–
	B2	+	+	+	+	0
	B3	–	+	+	+	–
	B4	–	–	+	–	–
	B5	+	+	+	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие слабые стороны и возможности: B2Сл1Сл2Сл3Сл4, B3Сл2Сл3Сл4, B5Сл1Сл2Сл3Сл4Сл5.

Таблица 5.7 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	–	+	+	–	–
	У2	–	+	–	+	–
	У3	+	+	–	–	+
	У4	–	–	+	–	–
	У5	0	–	0	–	–

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие сильные стороны и угрозы: У1С2С3, У2С2С4, У3С1С2С5.

Таблица 5.8 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	–	–	0	0	0
	У2	–	–	–	0	–

Продолжение таблицы 5.8.

Угрозы проекта	У3	+	–	+	+	–
	У4	–	–	–	–	0
	У5	–	–	0	–	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие слабые стороны и угрозы: У3Сл1Сл3Сл4.

Таблица 5.9 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Прогнозирование и выявление опасностей в широком масштабе</p> <p>С2. Способность охватывать различные виды газовой промышленности</p> <p>С3. Более низкая стоимость расчетов в сравнении с другими организациями, занимающимися оценкой риска на АГЗС</p> <p>С4. Потребность предприятий в проведении оценки рисков</p> <p>С5. Постоянная информационная насыщенность.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Невозможность предвидеть все риски</p> <p>Сл2. Большие временные затраты на полноценный расчет и выводов по нему</p> <p>Сл3. Для каждого потребителя требуется индивидуальный подход</p> <p>Сл4. Низкая скорость продвижения новых технологий в области оценки рисков</p> <p>Сл5 Недостаток финансирования на усовершенствование проекта.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1.Создание партнерских отношений со всеми видами отраслей энергетики</p> <p>В2. Большой потенциал усовершенствования методики оценки рисков.</p> <p>В3. Сокращение энергозатрат за счет реализации функциональной стратегии в области охраны труда, промышленной безопасности и экологии(HSE).</p> <p>В4.Рост и развитие новых АГЗС, требующих проведения оценки рисков</p> <p>В5. Создание новых видов методик оценки рисков.</p>	<p>- Более низкая стоимость расчетов в сравнении с другими организациями, занимающимися оценкой риска на АГЗС, дают хорошую возможность создавать партнерские отношения со всеми видами промышленности.</p> <p>-С каждым годом количество новых АГЗС увеличивается и, поэтому, увеличивается необходимость в проведении оценки рисков, следовательно, растет востребованность методики</p>	<p>-Методика нуждается в усовершенствовании, т. к. в ней есть некоторые негативные моменты, такие как невозможность предвидеть все риски, большие временные затраты на полноценный расчет и выводов по нему , при этом для каждого потребителя требуется индивидуальный подход.</p> <p>-При реализации функциональной стратегии в области охраны труда, промышленной безопасности и экологии(HSE) сократятся все негативные моменты, напрямую зависящие от энергозатрат.</p> <p>-Целесообразность в создании новых видов методик оценки рисков состоит в том, чтобы повысить положительные стороны и минимизировать негативные.</p>

Продолжение таблицы 5.9.

Угрозы: У1. Падение спроса при появлении новых конкурентов У2. Невостребованность проекта в связи с истощением ресурсной базой У3. Неточность проведения оценки риска. У4. Колебания цен на данное исследование. У5. Снижение цен у конкурентов.	-При появлении новых конкурентов на рынке следует ожидать падение спроса и, как в следствие этого, снижение финансового положения, и, возможно, сосредоточение только на определенных потребителях. -При истощении ресурсной базы потребитель будет вынужден прекратить своё производство и отказаться от услуг исследования, что ведет к невостребованности проекта.	-Все вышеперечисленные негативные моменты напрямую связаны с неточностью проведения оценки риска, поэтому методика нуждается в усовершенствовании. -Несмотря на большие возможности проекта, имеется потенциальная возможность неточности проведения оценки рисков.
--	--	--

Проведя SWOT-анализ, удалось выявить сильные и слабые стороны проекта, а так же выявить угрозы, с которыми есть вероятность столкнуться.

5.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Анализ риска осуществляет обоснование частоты возникновения и специфики различного рода аварий, а также определение количественных показателей, связанных с этим социального, материального, экологического ущерба.

Основной элемент анализа рисков – идентификация опасностей, которые могут привести к негативным последствиям.

Основные задачи этапа идентификации опасностей – выявление и четкое описание всех источников опасностей и путей (сценариев их реализации).

Для этого рассмотрим объект исследования при помощи морфологического подхода.

Таблица 5.10 – Морфологическая матрица для причин реализации ЧС при эксплуатации АГЗС

	1	2	3
А. Повышенное давление в резервуаре	Укрыть от попадания солнечных лучей в резервуар	Не наполнять резервуар более чем на 85% от объема	Использовать только сертифицированные резервуары, прошедшие проверку

Продолжение таблицы 5.10.

Б. Неправильно сделанный ремонт/монтаж оборудования	Строгий контроль вышестоящих органов над проведением работ	Проведение инструктажа перед проведением работ	Строгая отчетность о проделанной работе
В. Отклонение от норм функционирования резервуара	Проверить на герметизацию резервуара	Недопущение коррозии металла	Качественная смесь пропан-бутан

Варианты решения задачи следующие: 1) АЗБ2ВЗ –целесообразно использовать только сертифицированные резервуары, прошедшие проверку, провести инструктаж перед проведением работ и использовать качественную смесь пропан-бутан; 2) А2Б3В1 – не наполнять резервуар более чем на 85% от объема, вести строгую отчетность о проделанной работе и не допускать разгерметизации резервуара.

5.3. Планирование научно-исследовательских работ

Для выполнения научного исследования сформировалась рабочая группа, в состав которой вошли научный руководитель и выпускаемый студент. Были распределены соответствующие обязанности исполнителей.

В данном разделе составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и произведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 2.

Таблица 5.11– Перечень этапов, работ и распределения исполнителей

Основные этапы	№	Название	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы	Руководитель, студент
	2	Выдача задания на тему	Руководитель
Теоретическая подготовка	3	Изучение литературы по теме	студент
	4	Выбор исследуемого объекта	студент
	5	Календарное планирование работ	Руководитель, студент
	6	Изучение деятельности объекта	студент

Продолжение таблицы 5.11.

Теоретическая подготовка	7	Подбор нормативных документов	студент
Проведение расчетов и их анализ	8	Идентификация территориальных рисков	студент
	9	Проведение расчетов	студент
	10	Анализ полученных результатов	студент
Обобщение и оценка результатов	11	Вывод по цели	руководитель, студент

5.3.1. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула (1):

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} \quad (5.3)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы человекодни;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяем продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями по формуле 2:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i} \quad (5.4)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко дни;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

5.3.2. Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобной и наглядной формой представления графика проведения научных работ является диаграмма Ганта. Она представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме изображаются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Длительность каждого из этапов работ из рабочих дней необходимо перевести в календарные дни по формуле (3).

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (5.5)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле (4).

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (5.6)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа. Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу (табл. 10).

Согласно данным производственного и налогового календаря на 2020 год, количество календарных дней составляет 366 дней, количество выходных и праздничных дней – 118 дней, таким образом:












$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 118} = 1,47$$

Таблица 5.12 –временные показатели проведения научного исследования

Название Работы	Трудоемкость работ						Исполнители		Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		t_{oji} , чел-дни							
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
Составление и утверждение темы	2	2	2	2	2	2	Научный руководитель, студент		1	1	1,47	1,47
Выдача задания на тему	3	3	3	3	3	3	Научный руководитель		1,5	1,5	2,2	2,2
Изучение литературы по теме	7	9	7	9	7	9	Студент		3,5	4,5	5,1	6,6
Выбор исследуемого объекта	4	5	4	5	4	5	Студент		2	2,5	2,9	3,6
Календарное планирование работ	5	6	5	6	5	6	Научный руководитель, студент		2,5	3	3,6	4,4
Изучение деятельности объекта	3	4	3	4	3	4	Студент		1,5	2	2,2	2,9
Подбор нормативных документов	6	7	6	7	6	7	Студент		3	3,5	4,4	5,1
Идентификация территориальных рисков	8	9	8	9	8	9	Студент		4	4,5	5,8	6,6
Проведение расчетов	10	11	10	11	10	11	Студент		5	5,5	7,3	8
Анализ полученных результатов	4	5	4	5	4	5	Студент		2	2,5	2,9	3,6
Вывод по цели	2	3	2	3	2	3	Научный руководитель, студент		1	1,5	1,47	2,2

На основе таблицы 12 строится календарный план-график с разбивкой по месяцам и декадам за период времени выполнения дипломной работы.

Таблица 5.13 – календарный план-график проведения дипломной работы.

№	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кол. дней	Продолжительность выполнения работ											
				Февраль		Март			Апрель			Май			
				1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение темы	Руководитель, студент	2												
2	Выдача задания на тему	Руководитель	3												
3	Изучение литературы по теме	студент	7												
4	Выбор исследуемого объекта	студент	4												
5	Календарное планирование работ	Руководитель, студент	5												
6	Изучение деятельности объекта	студент	3												
7	Подбор нормативных документов	студент	6												
8	Идентификация территориальных рисков	студент	8												
9	Проведение расчетов	студент	10												
10	Анализ полученных результатов	студент	4												
11	Вывод по цели	руководитель, студент	2												

 – Студент;  – руководитель.

5.3.3. Бюджет научного исследования.

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- накладные расходы.

5.3.4. Расчет материальных затрат НТИ

Для выполнения данного НТИ необходимы материалы, которые указаны в таблице 4.

Таблица 5.14 – материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за единицу, руб.		Затраты на материалы (З _м), руб.	
		Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
Ручка	Шт	3	1	40	40	120	40
Тетрадь	Шт	2	1	50	50	100	50
Интернет	Шт	4 месяца	4 месяца	450	450	1800	1800
Электроэнергия	Уп.	4 месяца	4 месяца	900	900	3600	3600
Итог						5620	5490

5.3.5. Расчет затрат на специальное оборудование для НТИ

В исследование затраты по статье «специальное оборудование для научных работ» не предусматриваются.

5.3.6. Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата научного руководителя и студента включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (5.7)$$

Где,

$З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (15% от $З_{осн}$).

Основная заработная плата научного руководителя и студента рассчитывается по формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \times T_p, \quad (5.8)$$

Где,

$З_{осн}$ – основная заработная плата;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \times M}{F_d}, \quad (5.9)$$

Где,

$З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 24 рабочих дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;
- при отпуске в 48 раб.дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 5.15 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Студент
Календарное количество дней	365	365
Количество нерабочих дней Выходные дни Праздничные дни		
	52	104
	19	18
Потери рабочего времени отпуск по болезни		
	48	48
	-	-

Продолжение таблицы 5.15.

Действительный годовой фонд рабочего времени	246	195
--	-----	-----

Месячный должностной оклад работника определяется по формуле:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \times (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}}, \quad (5.10)$$

Где,

$З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад научного руководителя, руб:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \times (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}} = 30000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 58500 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад студента, руб:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \times (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}} = 1936 \times (1 + 0 + 0) \times 1,3 = 2516,8 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \times M}{F_{\text{д}}} = \frac{58500 \times 10,4}{246} = 2473,2 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \times M}{F_{\text{д}}} = \frac{2516,8 \times 10,4}{195} = 134,2 \text{ руб.}$$

Произведем расчет рабочего времени при выполнении 1 исполнения:

Научный руководитель: $T_{\text{р}}=12$ раб.дней;

Студент: $T_{\text{р}}=51$ раб.дней;

Основная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \times T_{\text{р}} = 2473,2 \times 12 = 29678,4 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата студента, руб.:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \times T_{\text{р}} = 134,2 \times 51 = 6844,2 \text{ руб.}$$

Таблица 5.16 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента 1 исполнения

Исполнители	З _{тс} , руб	k _{пр}	k _д	k _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб	T _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.
Научный руководитель	30000	0,3	0,2	1,3	58500	2473,2	12	29678,4
Студент	1936	0	0	1,3	2516,8	134,2	51	6844,2
Итог								36522,6

Произведем расчет рабочего времени при выполнении 2 исполнения:

Научный руководитель: T_р=14 раб.дней;

Студент: T_р=61раб.дней;

Основная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$З_{осн} = З_{дн} \times T_p = 2473,2 \times 14 = 34624,8 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата студента, руб.:

$$З_{осн} = З_{дн} \times T_p = 134,2 \times 61 = 8186,2 \text{ руб.}$$

Таблица 5.17 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента 2 исполнения

Исполнители	З _{тс} , руб	k _{пр}	k _д	k _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб	T _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.
Научный руководитель	30000	0,3	0,2	1,3	58500	2473,2	14	34624,8
Студент	1936	0	0	1,3	2516,8	134,2	61	8186,2
Итог								42811

5.3.7. Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы:

$$З_{доп} = k_{доп} \times З_{осн}, \quad (5.11)$$

Где,

З_{доп} – дополнительная заработная плата, руб.;

k_{доп} – коэффициент дополнительной зарплаты, 0,12;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

Таблица 5.18 – Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ

Зарботная плата	Студент		Научный руководитель	
	Исп. 1	Исп.2	Исп. 1	Исп. 2
Основная зарплата, руб	6844,2	8186,2	29678,4	34624,8
Дополнительная зарплата, руб	821,3	982,3	3561,4	4154,9
Итого, руб.	7665,5	9168,5	33239,8	38779,7

5.3.8. Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяются по формуле:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (5.12)$$

Где,

$k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2020 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

$$Z_{\text{внеб,рук}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \times (29678,4 + 3561,4) = 9971,94 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{внеб,студ}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \times (6844,2 + 821,3) = 2299,65 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{внеб,рук}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \times (34624,8 + 4154,9) = 11633,91 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{внеб,студ}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \times (8186,2 + 982,3) = 2750,55 \text{ руб.}$$

Таблица 5.19 – отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработнаяплата, руб.		Дополнительная заработнаяплата, руб.	
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
Научный руководитель	29678,4	34624,8	3561,4	4154,9
Студент	6844,2	8186,2	821,3	982,3
Итого	36522,6	42811	4382,7	5137,2
Коэффициентотчислений вовнебюджетные фонды	0,3			

Продолжение таблицы 5.19.

Итого	
Исполнение 1	12271,59 руб.
Исполнение 2	14384,46 руб.

5.3.9. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \times (\text{сумма статей } 1 \div 7), \quad (5.13)$$

Где,

$k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов примем в размере 16%.

Накладные расходы:

$$З_{\text{накл, исп 1}} = k_{\text{нр}} \times (\text{сумма статей } 1 \div 7) = 0,16 \times 58796,89 = 9407,5 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{накл, исп 2}} = k_{\text{нр}} \times (\text{сумма статей } 1 \div 7) = 0,16 \times 67822,66 = 10851,6 \text{ руб.}$$

5.3.10. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 5.20 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб	
	Исп. 1	Исп. 2
1. Материальные затраты НТИ	5620	5490
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	36522,6	42811
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	4382,7	5137,2

Продолжение таблицы 5.20

4. Отчисления во внебюджетные фонды	12271,59	14384,46
5. Накладные расходы	9407,5	10851,6
Итог	68204,39	78674,26

5.4. Определение ресурсной(ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования определяется как:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (5.14)$$

где $I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп1}} = \frac{68204,39}{78674,26} = 0,86; I_{\text{фин.р}}^{\text{исп2}} = \frac{78674,26}{78674,26} = 1;$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \times b_i \quad (5.15)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 5.21 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4
3. Помехоустойчивость	0,15	5	5
4. Энергосбережение	0,20	5	3
5. Надежность	0,25	4	4
6. Материалоемкость	0,15	4	5
Итого	1	4,6	4

$$I_{p-исп1} = 0,1 \times 5 + 0,15 \times 5 + 0,15 \times 5 + 0,20 \times 5 + 0,25 \times 4 + 0,15 \times 4 = 4,6$$

$$I_{p-исп2} = 0,1 \times 3 + 0,15 \times 4 + 0,15 \times 5 + 0,20 \times 3 + 0,25 \times 4 + 0,15 \times 5 = 4$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{фин,p}^{исп1}} = \frac{4,6}{0,86} = 5,35; I_{исп2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{фин,p}^{исп2}} = \frac{4}{1} = 4.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp1} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}} = \frac{5,35}{4} = 1,33$$

Таблица 5.22 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,86	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	4
3	Интегральный показатель эффективности	5,35	4
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,33	0,74

При сравнении значений интегральных показателей эффективности было выявлено, что более эффективным вариантом решения поставленной технической

задачи в бакалаврской работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности является исполнение 1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе было рассмотрено, как производится доставка сжиженного углеводородного газа на АГЗС, требования для цистерн, которыми осуществляется доставка, требования к водителям и оформление сопроводительной документации на перевозку СУГ и разобраны основные характеристики газа. Так же в данной работе были изучены правила безопасности на АГЗС, правила пожарной безопасности и основные требования к автомобильной газозаправочной станции надзирающими органами.

Произведен анализ опасных факторов на АГЗС. Проведена оценка вероятности возникновения аварийных ситуаций на АГЗС. Исходя из этой оценки был выявлен самый наихудший сценарий – это полное разрушение автоцистерны с СУГ. Было построено дерево событий в результате полного разрушения автоцистерны. Были рассчитаны критерии пожаровзрывоопасности при сгорании сжиженного углеводородного газа, также произведен расчет числа пострадавших при полном разрушении автоцистерны.

Как показали результаты расчётов, взрыв автоцистерны приведёт к серьёзным разрушениям как самой АГЗС, так и близлежащего административного здания, жертвам. Будет нанесен большой экологический ущерб окружающей среде и экономический ущерб для собственника АГЗС.

Исходя из расчетов и оценки вероятности аварийных ситуаций на АГЗС, были предложены превентивные мероприятия по уменьшению риска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. "Госгортехнадзор России" [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.gosnadzor.ru/>
2. ГОСТ 21561-76 «Автоцистерны для транспортирования сжиженных углеводородных газов на давление до 1,8 МПа. Общие технические условия». – М.: Министерство ЖКХ, 1976
3. Приказ Минтранса РФ от 08.08.1995 N 73 (ред. от 14.10.1999) "Об утверждении Правил перевозки опасных грузов автомобильным транспортом" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 18.12.1995 N 997)
4. Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов(ДОПОГ 2019). –Нью-Йорк, Женева.: ООН, 2018
5. Постановление Правительства РФ от 15.04.2011 № 272 (ред. От 26.03.2020) « Об утверждении Правил перевозок грузов автомобильным транспортом»
6. Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 №1090 (ред. От 26.03.2020) « О Правилах дорожного движения»
7. СНиП 2.11.03-93. Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы
8. ГОСТ Р 52087-2003 Технические условия – Газы углеводородные сжиженные топливные
9. ПБ 12-527-03 Правила безопасности при эксплуатации автомобильных заправочных станций сжиженного газа
10. ПБ 03-576-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением
11. РД 31.11.81.43-83 Правила перевозки сжиженных газов наливом специализированными судами-газовозами
12. НПБ 111-98* Автозаправочные станции. Требования пожарной безопасности
13. НПБ 02-93 Порядок участия органов государственного пожарного надзора Российской Федерации в работе комиссий по выбору площадок (трасс) для строительства
14. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003
15. СП 30.13330.2016 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*
16. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85
17. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
18. СП 2.13130.2012 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты
19. ГОСТ 9544-2015 Арматура трубопроводная. Нормы герметичности затворов
20. СНиП 31-03-2001 Производственные здания

21. ГН 2.2.5.1314-03 Ориентировочные безопасные уровни воздействия(ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
22. ГН 2.2.5.685-98 Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
23. СанПиН 2.2.4.33.59-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»;
24. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
25. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
26. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов
27. ГОСТ 12.1.033-81 Пожарная безопасность. Термины и определения
28. Приказ МЧС РФ от 10 июля 2009 г. №404 « Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах»
29. РД 03-496-02 Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах
30. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности автогазозаправочных станций газомоторного топлива». Серия 12. Выпуск 15. — М.: Закрытое акционерное общество «Научнотехнический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2015. — 60 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – характеристика классов пространства, окружающего место аварии

№ класса	Характеристика пространства
1	Наличие труб, полостей и т.д.
2	Сильнозагроможденное пространство: наличие замкнутых объемов, высокая плотность размещения технологического оборудования, лес, большое количество повторяющихся препятствий
3	Сильнозагроможденное пространство: отдельно стоящие технологические установки, резервуарный парк
4	Слабозагроможденное пространство и свободное пространство

Таблица А.2 – классификация взрывоопасных веществ

Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
Ацетилен	Акрилонитрат	Ацетальдегид	Бензол
Винилацетилен	Акролеин	Ацетон	Дизтопливо
Водород	Аммиак	Бензин	Дихлорбензол
Гидразин	Бутан	Винилацетат	Додекан
Метилацетилен	Бутилен	Винилхлорид	Керосин
Нитрометан	Пентадиен	Гексан	Метан
Окись пропилена	Пропан	Генераторный газ	Метилбензол

Таблица А.3 – режимы взрывного превращения облакоов топливно-воздушных смесей

Класс топлива	Класс окружающего пространства			
	1	2	3	4
1	1	1	2	3

Таблица А.4. – вспомогательные коэффициенты (а) для определения размеров зон разрушений зданий от ударной волны

Степень разрушения	Тип зданий	Режим взрывного превращения					
		1	2	3	4	5	6
Полная	П	1,71	1,66	1,58	1,52	1,42	1,32
	А	1,91	1,82	1,67	1,62	1,52	1,42
Сильная	П	2,06	1,96	1,82	1,77	1,67	1,57
	А	2,16	2,06	1,92	1,87	1,77	1,67
Средняя	П	2,26	2,21	2,02	1,97	1,82	1,77
	А	2,36	2,35	2,27	2,17	2,02	1,97
Слабая	П	2,53	2,46	2,42	2,32	2,22	2,17
	А	2,71	2,66	2,62	2,52	2,42	2,32

Таблица А.5. – вспомогательные коэффициенты (а) для определения зон поражения людей воздушной ударной волны

Номер зоны и вероятность поражения людей, %	Режим взрывного превращения					
	1	2	3	4	5	6
99	1,51	1,43	1,41	1,38	1,35	1,34
90	1,60	1,46	1,45	1,44	1,43	1,42
50	1,66	1,52	1,50	1,49	1,48	1,47
10	1,72	1,62	1,60	1,59	1,58	1,57
1,0	1,79	1,70	1,69	1,68	1,65	1,64
Порог поражения	1,85	1,78	1,76	1,74	1,72	1,70